

HEWLETT-PACKARD

HP-67/HP-97

Statistik-Paket



Das hierin enthaltene Programm-Material ist mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Hewlett-Packard übernimmt infolgedessen keine Verantwortung und wird keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Art aus der Benutzung dieses Programm-Materials oder Teilen davon entsteht.

Einleitung

Die 21 Programme des Statistik-Paketes sind verschiedenen Gebieten der allgemeinen Statistik entnommen.

Das Programmpaket enthält zu jedem dieser Programme eine oder zwei Magnetkarten und ausführliche Beschreibungen im jeweiligen Abschnitt dieses Handbuchs. Dort sind neben allgemeinen Angaben zum Programm auch die verwendeten Formeln und eine Liste mit Bedienungsanweisungen angegeben, die bei der Verwendung der Programme zu beachten sind. Die Handhabung der Programme wird außerdem durch Beispiele erläutert, für die auch die Tasten angegeben sind, die für diese spezielle Rechnung zu drücken sind. In den Speicherlisten finden Sie weitere Kommentare zu der Arbeitsweise des jeweiligen Programms. Wenn Sie die Wirkungsweise der Programme anhand dieser Listen genau verfolgen, können Sie zahlreiche Erfahrungen bezüglich der Programmierung Ihres Rechners sammeln.

Auf der Vorderseite der Magnetkarten sind Symbole aufgedruckt, die als «Kurzanleitung» für die Verwendung des Programms gedacht sind. Wenn Sie sich zum ersten Mal mit einem speziellen Programm befassen, sollten Sie die Tabelle mit den Bedienungsanweisungen zur Hilfe nehmen. Im Anschluß daran werden Ihnen die Abkürzungen auf der Programmkarte genügend Informationen für die Verwendung des Programms bieten. Sie können diesen Symbolen entnehmen, welche Daten einzugeben sind, welche Programmtasten Sie drücken müssen und wie die angezeigten Ergebnisse zu interpretieren sind. Eine Zusammenstellung aller Symbole, die bei der Beschriftung der Magnetkarten verwendet werden, finden Sie im Anhang Seite 172.

Wenn Sie bereits einige Programme des mit Ihrem Rechner gelieferten Standardpaketes verwendet haben, wissen Sie, wie die Programme eingelesen werden und die Bedienungsanweisungen zu befolgen sind. Falls Sie sich aber noch nicht mit der Verwendung vorprogrammierter Magnetkarten befaßt haben, sollten Sie sich einige Minuten Zeit nehmen und die Abschnitte *Einlesen eines Programms* und *Aufbau der Bedienungsanweisungen* im Handbuch zu Ihrem Standardpaket nachlesen. Wir hoffen, daß Ihnen das Statistik-Paket ein nützliches Hilfsmittel bei Ihren täglichen Berechnungen ist und sehen gerne Ihren Kommentaren, Fragen und Vorschlägen entgegen; sie sind unsere wichtigste Quelle für die Entwicklung neuer benutzerorientierter Programme.

Notizen

Inhaltsverzeichnis

Einige Bemerkungen zur Verwendung der Programme	7
Allgemeine Statistik	
1. Statistische Grundgrößen	
Statistische Grundgrößen für zwei Variablen, unklassifizierte oder klassifizierte Daten	10
2. Fakultät, Kombinationen ohne Wiederholung mit/ohne Berücksichtigung der Anordnung	
Berechnet die Fakultät (erweiterter Bereich) sowie Kombinationen mit oder ohne Berücksichtigung der Anordnung	16
3. Momente, Schiefe und Steilheit (Kurtosis) (für klassifizierte und nicht klassifizierte Daten)	
Das Programm berechnet verschiedene Momente, die Schiefe und Steilheit als Maß für die Eigenschaften einer Verteilung ...	20
4. Erzeugung von Zufallszahlen	
Es werden bis zu 500 000 verschiedene gleichverteilte Pseudo-Zufallszahlen, normalverteilte Zufallszahlen und exponentialverteilte Zufallsziffern erzeugt	24
5. Histogramm	
Das Programm errechnet Daten für ein Histogramm mit 24 Intervallen gleicher Breite zwischen vorgegebenen Grenzen ...	30
Varianzanalyse	
6. Einfache Varianzanalyse	
Das Programm testet die beobachteten Unterschiede zwischen den Mittelwerten von k Stichproben	36
7. Doppelte Varianzanalyse	
Zerlegung der Gesamt-Variabilität einer gegebenen Datenmenge in einzelne Komponenten mit verschiedenen Einflüssen	42
8. Einfache Kovarianzanalyse	
Testen den Einfluß einer Variablen unabhängig von dem Effekt einer zweiten Variablen	48
Verteilungsfunktionen	
9. Normalverteilung und invertiertes Normalverteilungsintegral	
Das Programm berechnet die Dichtefunktion und die Verteilungsfunktion einer standardisierten Normalverteilung sowie das invertierte Normalverteilungsintegral	56

10. Chi-Quadrat-Verteilung	
Das Programm berechnet die Dichtefunktion der Chi-Quadrat-Verteilung und über eine Reihenentwicklung die Chi-Quadrat-Verteilungsfunktion	60
11. t-Verteilung	
Das Programm berechnet die Dichtefunktion der t-Verteilung und die Verteilungsfunktion, wenn x und die Anzahl der Freiheitsgrade v gegeben ist	64
12. F-Verteilung	
Das Integral der F-Verteilung wird für gegebene Werte x ($x > 0$) und Anzahl der Freiheitsgrade v_1 und v_2 berechnet, vorausgesetzt, daß entweder v_1 oder v_2 geradzahlig ist	68
Kurvenanpassung	
13. Multiple lineare Regression	
Lineare Regression nach der Kleinst-Quadrate-Methode für zwei unabhängige Variablen	72
14. Approximation von Funktionen durch Polynome	
Wenn die Funktion $f(x)$ in Form der Funktionswerte an Punkten gleichen Abstands gegeben ist, kann das Programm ein Polynom m -ten Grades ($2 \leq m \leq 4$) anpassen.....	76
Statistische Tests	
15. t-Test	
Der t-Test für gepaarte Stichproben testet die Nullhypothese $H_0: \mu_1 = \mu_2$. Für unabhängige Stichproben testet das Programm die Nullhypothese $H_0: \mu_1 - \mu_2 = d$	82
16. Chi-Quadrat-Test	
Der Wert der χ^2 -Testvariablen wird als Maß für die Güte der Anpassung berechnet	88
17. Kontingenztafel (Unabhängigkeitstest)	
$2 \times k$ - und $3 \times k$ -Kontingenztafeln werden zum Testen der Nullhypothese verwendet, daß die Variablen voneinander unabhängig sind	92
18. Spearman'scher Rangkorrelationskoeffizient	
Das Programm prüft, ob die von zwei Beobachtern vorgenommene Einteilung von Individuen in verschiedene Ränge im wesentlichen übereinstimmt	100

Qualitätskontrolle**19. Statistische Qualitätskontrolle mit Kontrollkarten**

Mit Hilfe von Kontrollkarten läßt sich das Einhalten der Sollwerte regelmäßig überwachen (das Programm berücksichtigt die \bar{x} -Karte und R-Karte) 104

20. Operations-Charakteristik

Das Programm berechnet die Annahmewahrscheinlichkeit P_a für eine einzelne Stichprobe mit endlicher oder unendlicher Herstellungslosgröße 110

Warteschlangen-Theorie**21. Warteschlangen (eine oder mehrere Abfertigungsstellen)**

Warteschlangen-Theorie für eine endliche oder unendliche Zahl abzufertigender Kunden 116

Programmlisten 123

Beschriftungshinweise auf Magnetkarten 172

Notizen

Einige Bemerkungen zur Verwendung der Programme

Die vorliegende Programmsammlung ist zusammen mit zwei verschiedenen Hewlett-Packard Rechnern verwendbar: mit dem *programmierbaren Rechner HP-97 im Attaché-Format mit eingebautem Thermodrucker* und mit dem *programmierbaren Taschenrechner HP-67*. Der wesentliche Unterschied beider Rechner besteht im eingebauten Drucker beim HP-97. Darüber hinaus unterscheiden sich beide Rechnermodelle noch in weiteren weniger wichtigen Details. Dieser Abschnitt befaßt sich mit der Auswirkung dieser Unterschiede auf die Verwendung der Programme dieses Paketes und soll Ihnen dabei helfen, den größten Nutzen aus dem Programm-Material und Ihrem Rechner zu ziehen, sei es nun ein HP-67 oder HP-97.

Die meisten Ergebnisse werden im Rahmen dieser Programmsammlung mit Hilfe eines PRINT-Befehls ausgegeben; in der Regel über eine **PRINT X**-Anweisung und gelegentlich über den Programmschritt **PRINT: STACK**. Beim HP-97 werden diese Rechenresultate vom eingebauten Thermodrucker ausgegeben. Der HP-67 interpretiert diese Druckanweisungen dagegen als Pausebefehle: das Programm hält an und das Ergebnis erscheint für ca. 5 Sekunden in der Anzeige. Anschließend setzt der HP-67 die Ausführung des Programms fort. Diese Form der Ausgabe wird allgemein als PRINT/PAUSE-Anweisung bezeichnet. Wenn Sie Besitzer eines HP-67 sind, wünschen Sie vielleicht, daß Ihnen zum Aufschreiben der Ergebnisse mehr Zeit verbleibt. Dazu genügt es, wenn Sie während der Programmpause eine beliebige Taste auf dem Tastenfeld Ihres HP-67 drücken. Wenn der soeben ausgeführte Programmschritt eine **PRINT X**-Anweisung ist (achtmaliges schnelles Blinken des Dezimalpunktes), hält das Programm nach Drücken der Taste an. Würde dagegen ein **PRINT: STACK**-Befehl ausgeführt (zweimaliges langsames Blinken des Dezimalpunktes), verbleibt die soeben angezeigte Zahl solange in der Anzeige, wie Sie die Taste gedrückt halten; dann wird das nächste Stackregister angezeigt usw. Wenn alle vier Stackregister angezeigt worden sind, hält das Programm an, falls vorher eine Taste gedrückt worden ist. In beiden Fällen können Sie das Programm mit **R/S** zu beliebigem Zeitpunkt wieder starten.

Als Besitzer eines HP-97 sind Sie vielleicht daran interessiert, auch von den eingetasteten Werten (Ausgangsdaten) einen gedruckten Beleg zu erhalten. Dazu ist lediglich der Drucker-Wahlschalter in Stellung NORM (normal) zu schieben. Der HP-97 druckt dann sämtliche eingetasteten Zahlen und die gedrückten Programmtasten, so daß Sie eine vollständige Dokumentation des ausgeführten Programms erhalten.

Einige Programme dieses Paketes sehen einen automatischen Ausgabe-Modus für errechnete Daten vor («AUTO»-Modus), der auf der

Magnetkarte mit PRINT oder P? bezeichnet ist. Das trifft im wesentlichen für solche Programme zu, bei denen lange Listen von Resultaten anfallen, die dann im Rahmen einer PRINT/PAUSE-Anweisung automatisch ausgegeben werden. Falls Sie diese Möglichkeit nicht über die entsprechende Programmtaste wählen, der «AUTO»-Modus also «abgeschaltet» ist, hält der Rechner jeweils nach der Berechnung eines Ergebnisses an. Der «AUTO»-Modus kann sowohl beim HP-97 als auch beim HP-67 verwendet werden. Der HP-97 druckt, wenn dieser Modus «eingeschaltet» ist, automatisch sämtliche Ergebnisse aus. Beim HP-67 ist es dagegen bisweilen sinnvoller, den «AUTO»-Modus abgeschaltet zu lassen, wenn die Reihe der Resultate notiert werden soll. Weitere Unterschiede zwischen beiden Rechnermodellen können im Zusammenhang mit den Tastenfolgen auffallen, die zu den einzelnen Rechenbeispielen in dieser Programmsammlung angegeben sind. Dabei treten bisweilen Operationen auf, die Präfix-Tasten erfordern; das sind **f** beim HP-97 und **f**, **g** und **h** beim HP-67. So wird zum Beispiel die Operation 10^x beim HP-97 als **f** **10^x** und beim HP-67 als **g** **10^x** ausgeführt. In solchen Fällen sind die entsprechenden Präfix-Tasten nicht mit aufgeführt (es heißt hier also einfach **10^x**). Achten Sie beim Rechnen der Beispiele darauf, daß Sie, falls erforderlich, die entsprechende Präfix-Taste nicht vergessen.

Außerdem sind die Ergebnisse zu den Rechenbeispielen, die durch einen **PRINT x**-Befehl ausgegeben werden, durch ein nachgestelltes Drei-Sterne-Symbol (***) gekennzeichnet.

Notizen

Statistische Grundgrößen

BASIC STATISTICS FOR TWO VARIABLES				STI-01A
P?	+ \bar{x}, \bar{y} + V_x, V_y	+ s_x, s_y ...	+ s_{xy} ... + r_{xy}	+ $\Sigma x_i, \dots$
START	$x_i + y_i (\Sigma+)$	$x_k + y_k (\Sigma-)$	$x_i + \dots (\Sigma+)$	$x_k + \dots (\Sigma-)$

Dieses Programm berechnet zu gegebenen (unklassifizierten) Daten $\{(x_i, y_i), i = 1, 2, \dots, n\}$ oder zu gegebenen klassifizierten Daten $\{(x_i, y_i, f_i), i = 1, 2, \dots, n\}$ die Mittelwerte, Standardabweichungen, Kovarianz, Korrelationskoeffizient, Variationskoeffizient sowie verschiedene Summen der Produkte und Quadrate dieser Daten. Mit f_i werden die jeweiligen (absoluten) Häufigkeiten der Daten bezeichnet.

$$\text{Mittelwerte: } \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

$$\text{Standardabweichung: } s_x = \sqrt{\frac{\Sigma x_i^2 - n\bar{x}^2}{n-1}}$$

$$\left(\text{oder } s_x' = \sqrt{\frac{\Sigma x_i^2 - n\bar{x}^2}{n}} \right)$$

$$s_y = \sqrt{\frac{\Sigma y_i^2 - n\bar{y}^2}{n-1}}$$

$$\left(\text{oder } s_y' = \sqrt{\frac{\Sigma y_i^2 - n\bar{y}^2}{n}} \right)$$

$$\text{Kovarianz: } s_{xy} = \frac{1}{n-1} \left(\Sigma x_i y_i - \frac{1}{n} \Sigma x_i \Sigma y_i \right)$$

$$\left(\text{oder } s_{xy}' = \frac{1}{n} \left[\Sigma x_i y_i - \frac{1}{n} \Sigma x_i \Sigma y_i \right] \right)$$

$$\text{Korrelationskoeffizient: } r_{xy} = \frac{s_{xy}}{s_x s_y}$$

$$\text{Variationskoeffizient: } V_x = \frac{s_x}{\bar{x}} 100, \quad V_y = \frac{s_y}{\bar{y}} 100$$

Anmerkung:

n ist positiv, ganzzahlig und $n > 1$.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Vorbereitungsschritt		A <input type="text"/>	0.00
3	AUTO-Modus für die automatische Ausgabe der Ergebnisse einschalten*		<input type="text"/> <input type="text"/>	1.00
4	Gehen Sie für klassifizierte Daten nach Zeile 8		<input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Führen Sie für unklassifizierte Daten die Zeilen 6-7 für $i=1, 2, \dots, k, \dots, n$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
6	Geben Sie ein: x_i	x_i	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	x_i
	y_i	y_i	B <input type="text"/>	y_i
7	Falls Sie bei der Eingabe von x_k, y_k einen Fehler gemacht haben, ist wie folgt zu korrigieren:	x_k	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	x_k
	y_k		C <input type="text"/>	y_{i-1}
8	Führen Sie für klassifizierte Daten die Zeilen 9-10 für $i=1, 2, \dots, k, \dots, n$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
9	Geben Sie ein: x_i	x_i	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	x_i
	y_i	y_i	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	y_i
	f_i	f_i	D <input type="text"/>	Σf_i
10	Falls Sie bei der Eingabe von x_k, y_k, f_k einen Fehler gemacht haben, ist wie folgt zu korrigieren:	x_k	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	x_k
	y_k		<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	y_k
	f_k		E <input type="text"/>	$\Sigma f_i - f_k$
11	Berechnung der Mittelwerte: \bar{x}		f <input type="text"/> b <input type="text"/>	\bar{x}
	\bar{y}		R/S <input type="text"/>	\bar{y}
12	Berechnung der Variationskoeffizienten: V_x		f <input type="text"/> b <input type="text"/>	V_x
	V_y		R/S <input type="text"/>	V_y
13	Berechnung der Standardabweichungen s_x		f <input type="text"/> c <input type="text"/>	s_x
	s_y		R/S <input type="text"/>	s_y
	s_x'		f <input type="text"/> c <input type="text"/>	s_x'
	s_y'		R/S <input type="text"/>	s_y'
14	Berechnung der Kovarianz: s_{xy}		f <input type="text"/> d <input type="text"/>	s_{xy}
	s_{xy}'		R/S <input type="text"/>	s_{xy}'

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
15	Berechnung des Korrelationskoeffizienten r_{xy}		f d	r_{xy}
16	Berechnung der Summen: Σx_i		f e	Σx_i
	Σy_i		R/S	Σy_i
	$\Sigma x_i y_i$		R/S	$\Sigma x_i y_i$
17	Berechnung der Quadratsummen: Σx_i^2		f e	Σx_i^2
	Σy_i^2		R/S	Σy_i^2
	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach			
	Zeile 2.			
	* Anmerkung: Um den AUTO-Modus wieder			
	auszuschalten, drücken Sie		CLF 0	

Beispiel 1:

Berechnen Sie zu den folgenden Daten die Mittelwerte, Standardabweichungen, Kovarianz, Korrelationskoeffizient, Variationskoeffizienten sowie die verschiedenen Summen.

x_i	26	30	44	50	62	68	74
y_i	92	85	78	81	54	51	40

Drücken Sie

	Anzeige/Ausdruck
A	0.00 ***
f a	1.00 ***
26 ENTER 92 B →	26.00 *** (x_1) 92.00 *** (y_1) 1.00 *** $(i=1)$
100 ENTER 100 B →	100.00 *** (x_2) (Fehler) 100.00 *** (y_2) 2.00 *** $(i=2)$
100 ENTER 100 C →	100.00 *** (x_2) (Berichtig.) 100.00 *** (y_2) 1.00 *** $(i=1)$
30 ENTER 85 B →	30.00 *** (x_2) 85.00 *** (y_2) 2.00 *** $(i=2)$
44 ENTER 78 B →	44.00 *** (x_3) 78.00 *** (y_3) 3.00 *** $(i=3)$
50 ENTER 81 B →	50.00 *** (x_4) 81.00 *** (y_4) 4.00 *** $(i=4)$

62	ENTER↑ 54 B	→	62.00 ***	(x_5)
			54.00 ***	(y_5)
			5.00 ***	($i = 5$)
68	ENTER↑ 51 B	→	68.00 ***	(x_6)
			51.00 ***	(y_6)
			6.00 ***	($i = 6$)
74	ENTER↑ 40 B	→	74.00 ***	(x_7)
			40.00 ***	(y_7)
			7.00 ***	($i = 7$)
f	b	→	50.57 ***	(\bar{x})
R/S		→	68.71 ***	(\bar{y})
f	b	→	36.58 ***	(V_x)
R/S		→	29.10 ***	(V_y)
f	c	→	18.50 ***	(s_x)
R/S		→	20.00 ***	(s_y)
f	c	→	17.13 ***	(s_x')
R/S		→	18.51 ***	(s_y')
f	d	→	-354.14 ***	(s_{xy})
R/S		→	-303.55 ***	(s_{xy}')
f	d	→	-0.96 ***	(r_{xy})
f	e	→	354.00 ***	($\sum x_i$)
R/S		→	481.00 ***	($\sum y_i$)
R/S		→	22200.00 ***	($\sum x_i y_i$)
f	e	→	19956.00 ***	($\sum x_i^2$)
R/S		→	35451.00 ***	($\sum y_i^2$)

Beispiel 2:

Berechnen Sie die verschiedenen statistischen Größen für die folgenden klassifizierten Daten:

x_i	4,8	5,2	3,8	4,4	4,1
y_i	15,1	11,5	14,3	13,6	12,8
f_i	1	3	1	6	2

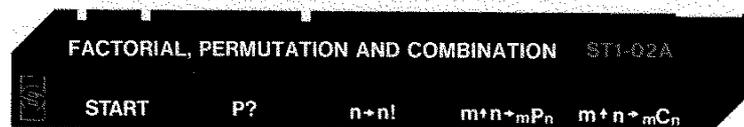
Drücken Sie

	Anzeige/Ausdruck
A	0.00 ***
f a	1.00 ***
4.8 ENTER↑ 15.1 ENTER↑ 1 D	→ 4.80 *** (x_1)
	15.10 *** (y_1)
	1.00 *** (f_1)
	1.00 *** ($\sum f_1$)
5.2 ENTER↑ 11.5 ENTER↑ 3 D	→ 5.20 *** (x_2)
	11.50 *** (y_2)
	3.00 *** (f_2)
	4.00 *** ($\sum f_2$)

10	ENTER ↑	10	ENTER ↑	4	D	→	10.00 ***	(x_3) (Fehler)
							10.00 ***	(y_3)
							4.00 ***	(f_3)
							8.00 ***	(Σf_3)
10	ENTER ↑	10	ENTER ↑	4	E	→	10.00 ***	(x_3) (Berichtigung)
							10.00 ***	(y_3)
							4.00 ***	(f_3)
							4.00 ***	(Σf_2)
3.8	ENTER ↑	14.3	ENTER ↑	1	D	→	3.80 ***	(x_3)
							14.30 ***	(y_3)
							1.00 ***	(f_3)
							5.00 ***	(Σf_3)
4.4	ENTER ↑	13.6	ENTER ↑	6	D	→	4.40 ***	(x_4)
							13.60 ***	(y_4)
							6.00 ***	(f_4)
							11.00 ***	(Σf_4)
4.1	ENTER ↑	12.8	ENTER ↑	2	D	→	4.10 ***	(x_5)
							12.80 ***	(y_5)
							2.00 ***	(f_5)
							13.00 ***	(Σf_5)
f	b					→	4.52 ***	(\bar{x})
R/S						→	13.16 ***	(\bar{y})
f	b					→	9.93 ***	(V_x)
R/S						→	8.42 ***	(V_y)
f	c					→	0.45 ***	(s_x)
R/S						→	1.11 ***	(s_y)
f	c					→	0.43 ***	(s_x')
R/S						→	1.07 ***	(s_y')
f	d					→	-0.31 ***	(s_{xy})
R/S						→	-0.28 ***	(s_{xy}')
f	d					→	-0.62 ***	(r_{xy})
f	e					→	58.80 ***	(Σx_i)
R/S						→	171.10 ***	(Σy_i)
R/S						→	770.22 ***	($\Sigma x_i y_i$)
f	e					→	268.38 ***	(Σx_i^2)
R/S						→	2266.69 ***	(Σy_i^2)

Notizen

Fakultät, Kombinationen ohne Wiederholung mit/ohne Berücksichtigung der Anordnung



Dieses Programm berechnet die Fakultät (wobei n größer als 69 sein darf) sowie Kombinationen ohne Wiederholung mit und ohne Berücksichtigung der Anordnung.

Kombinationen ohne Wiederholung mit bzw. ohne Berücksichtigung der Anordnung (engl.: Permutation bzw. Combination) werden mit Hilfe der Fakultät berechnet; dieses Programm verzichtet aber auf die Verwendung der $[N!]$ -Taste des Rechners, so daß ein erweiterter Bereich und eine höhere Genauigkeit erreicht wird.

Verwendete Formeln:

Fakultät: $n! = n(n-1)(n-2)\dots 2 \times 1$

Kombination ohne Wiederholung mit Berücksichtigung der Anordnung:

$${}_m P_n = \frac{m!}{(m-n)!} = m(m-1)\dots(m-n+1)$$

Kombination ohne Wiederholung ohne Berücksichtigung der Anordnung (Binomialkoeffizient):

$${}_m C_n = \frac{m!}{(m-n)!n!} = \frac{m(m-1)\dots(m-n+1)}{1 \times 2 \times \dots \times n}$$

wobei m, n ganzzahlig und $0 \leq n \leq m$.

Anmerkungen:

1. ${}_m P_0 = 1$, ${}_m P_1 = m$, ${}_m P_m = m!$; daher sollte $n!$ für große m verwendet werden.
2. ${}_m C_0 = {}_m C_m = 1$
3. ${}_m C_1 = {}_m C_{m-1} = m$
4. ${}_m C_n = {}_m C_{m-n}$
5. Wenn $n!$ für $n > 69$ berechnet wird, nimmt die Genauigkeit ab, da die Berechnung über den Logarithmus erfolgt:
 $n! = \log^{-1} [\log(n) + \log[(n-1)!]]$

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Vorbereitungsschritt		A <input type="text"/>	0.00
3	AUTO-Modus für die automatische Ausgabe		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	der Ergebnisse einschalten*		B <input type="text"/>	1.00
4	Gehen Sie nach Zeile 5, 6 oder 7		<input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Berechnen Sie $n!$		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	falls $n \leq 69$	n	C <input type="text"/>	$n!$
	falls $n > 69$	n	A <input type="text"/>	n
			R/S <input type="text"/>	Exponent von 10
			R/S <input type="text"/>	Mantisse
6	Berechnen Sie ${}_mP_n$	m	\uparrow <input type="text"/>	
		n	D <input type="text"/>	${}_mP_n$
7	Berechnen Sie ${}_mC_n$	m	\uparrow <input type="text"/>	
		n	E <input type="text"/>	${}_mC_n$
	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Zeile 2		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
	* Anmerkung: Um den AUTO-Modus wieder		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	auszuschalten, drücken Sie		CLF <input type="text"/> 0	

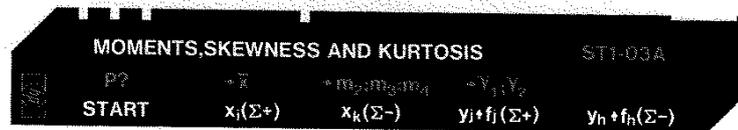
Beispiele:

1. $5! = 120$
2. $69! = 1,711224524 \times 10^{98}$
3. $70! = 1,197857069 \times 10^{100}$
4. $100! = 9,332622518 \times 10^{157}$
5. ${}_{27}P_5 = 9687600,00$
6. ${}_{73}C_4 = 1088430,00$

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck
A →	0.00
B →	1.00
5 C →	5.00 ***
	120.00 *** (5!)
69 C →	69.00 ***
	1.711224524+98 *** (69!)
70 C →	70.00 ***
	100.00 *** (10 ¹⁰⁰)
	1.197857069 *** (Mantisse)
100 C →	100.00 ***
	157.00 *** (10 ¹⁵⁷)
	9.332622518 *** (Mantisse)
27 ENTER 5 D →	27.00 ***
	5.00 ***
	9687600.00 *** (27P ₅)
73 ENTER 4 E →	73.00 ***
	4.00 ***
	1088430.00 *** (73C ₄)

Notizen

Momente, Schiefe und Steilheit (Kurtosis) (für klassifizierte und nicht klassifizierte Daten)



Das Programm berechnet verschiedene Momente zur Beschreibung einer gegebenen Datenmenge. Außerdem wird die Schiefe als Maß für die Asymmetrie einer Verteilung und die Steilheit als Maß für die relative Amplitude der Dichtefunktion berechnet. Für eine gegebene Datenmenge $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ gilt:

1. Erstes (gewöhnliches) Moment $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$
2. Zweites (zentrales) Moment $m_2 = \frac{1}{n} \sum x_i^2 - \bar{x}^2$
3. Drittes (zentrales) Moment $m_3 = \frac{1}{n} \sum x_i^3 - \frac{3}{n} \bar{x} \sum x_i^2 + 2\bar{x}^3$
4. Viertes (zentrales) Moment $m_4 = \frac{1}{n} \sum x_i^4 - \frac{4}{n} \bar{x} \sum x_i^3 + \frac{6}{n} \bar{x}^2 \sum x_i^2 - 3\bar{x}^4$

Schiefe: $\gamma_1 = \frac{m_3}{m_2^{3/2}}$

Steilheit (Kurtosis): $\gamma_2 = \frac{m_4}{m_2^2}$

Das Programm ermöglicht auch die Berechnung dieser Maßzahlen für klassifizierte Daten (indem ähnliche Formeln wie die für nicht klassifizierte Daten verwendet werden):

Daten	y_1	y_2	\dots	y_m
Häufigkeit	f_1	f_2	\dots	f_m

In diesem Fall gilt für das erste Moment: $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i x_i}{\sum_{i=1}^n f_i}$

Literatur:

Theory and Problems of Statistics, M. R. Spiegel, Schaum's Outline, McGraw-Hill, 1961.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Vorbereitungsschritt		A <input type="text"/>	0.00
3	AUTO-Modus für die automatische Ausgabe der Ergebnisse einschalten*		<input type="text"/> <input type="text"/> f a	1.00
4	Gehen Sie für klassifizierte Daten nach Zeile 12.		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Führen Sie für unklassifizierte Daten die Zeilen 6–7 für $i = 1, 2, \dots, n$ aus.		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
6	x_i eingeben	x_i	B <input type="text"/>	i
7	Wenn Sie bei der Eingabe von x_k einen Fehler gemacht haben, korrigieren Sie wie folgt:	x_k	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> C <input type="text"/>	$i-1$
8	Berechnen Sie \bar{x}		f b	\bar{x}
9	Berechnen Sie m_2		f c	m_2
	m_3		R/S <input type="text"/>	m_3
	m_4		R/S <input type="text"/>	m_4
10	Berechnen Sie γ_1		f d	γ_1
	γ_2		R/S <input type="text"/>	γ_2
11	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Zeile 2		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
12	Führen Sie für klassifizierte Daten die Zeilen 13–14 für $j = 1, 2, \dots, m$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
13	y_j eingeben		↑ <input type="text"/>	y_i
	f_j eingeben		D <input type="text"/>	j
14	Wenn Sie bei der Eingabe von y_h oder f_h einen Fehler gemacht haben, korrigieren Sie wie folgt:	y_h	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	y_h
		f_h	E <input type="text"/>	$j-1$
15	Gehen Sie nach Zeile 8.		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
	* Anmerkung: Um den AUTO-Modus wieder auszuschalten, drücken Sie		<input type="text"/> <input type="text"/> CLF 0	

Beispiele:

1. Nicht klassifizierte Daten

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x_i	2,1	3,5	4,2	6,5	4,1	3,6	5,3	3,7	4,9

$$\bar{x} = 4,21, m_2 = 1,39, m_3 = 0,39, m_4 = 5,49$$

$$\gamma_1 = 0,24, \gamma_2 = 2,84$$

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck	
A →	0.00 ***	
f a →	1.00 ***	
2.1 B →	2.10 ***	(x_1)
	1.00 ***	($i = 1$)
4 B →	4.00 ***	(x_2) (Fehler)
	2.00 ***	
4 C →	4.00 ***	(x_2) (Berichtig.)
	1.00 ***	
3.5 B →	3.50 ***	(x_2)
	2.00 ***	
4.2 B →	4.20 ***	(x_3)
	3.00 ***	
6.5 B →	6.50 ***	(x_4)
	4.00 ***	
4.1 B →	4.10 ***	(x_5)
	5.00 ***	
3.6 B →	3.60 ***	(x_6)
	6.00 ***	
5.3 B →	5.30 ***	(x_7)
	7.00 ***	
3.7 B →	3.70 ***	(x_8)
	8.00 ***	
4.9 B →	4.90 ***	(x_9)
	9.00 ***	
f b →	4.21 ***	(\bar{x})
f c →	1.39 ***	(m_2)
R/S →	0.39 ***	(m_3)
R/S →	5.49 ***	(m_4)
f d →	0.24 ***	(γ_1)
R/S →	2.84 ***	(γ_2)

2. Klassifizierte Daten

j	1	2	3	4	5
y_j	3	2	4	6	1
f_j	4	5	3	2	1

$$\bar{x} = 3,13, m_2 = 1,98, m_3 = 2,14, m_4 = 11,05$$

$$\gamma_1 = 0,77, \gamma_2 = 2,81$$

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

A	→	0.00 ***	
f a	→	1.00 ***	
3 ENTER 4 D	→	3.00 ***	(y_1)
		4.00 ***	(f_1)
		1.00 ***	
2 ENTER 5 D	→	2.00 ***	(y_2)
		5.00 ***	(f_2)
		2.00 ***	
5 ENTER 5 D	→	5.00 ***	(y_3) (Fehler)
		5.00 ***	(f_3)
		3.00 ***	
5 ENTER 5 E	→	5.00 ***	(y_3) (Berichtig.)
		5.00 ***	(f_3)
		2.00 ***	
4 ENTER 3 D	→	4.00 ***	(y_3)
		3.00 ***	(f_3)
		3.00 ***	
6 ENTER 2 D	→	6.00 ***	(y_4)
		2.00 ***	(f_4)
		4.00 ***	
1 ENTER 1 D	→	1.00 ***	(y_5)
		1.00 ***	(f_5)
		5.00 ***	
f b	→	3.13 ***	(\bar{x})
f c	→	1.98 ***	(m_2)
R/S	→	2.14 ***	(m_3)
R/S	→	11.05 ***	(m_4)
f d	→	0.77 ***	(γ_1)
R/S	→	2.81 ***	(γ_2)

Erzeugung von Zufallszahlen



Für Zufallszahlen gibt es in der Praxis zahlreiche Anwendungen; sie werden für Simulationen, zur Erzeugung von Stichprobenwerten, für die Computer-Programmierung, numerische Lösungsverfahren und für Spiele verwendet.

Dieses Programm erzeugt (1) gleichförmig verteilte Zufallszahlen, (2) gleichförmig verteilte ganze Zahlen, (3) normalverteilte Zufallszahlen, (4) exponentialverteilte Zufallszahlen und (5) Mittelwert, Standardabweichung und laufende Nummer der erzeugten Pseudo-Zufallszahlen.

Zufallszahlengenerator: $Z_{i+1} = \text{FRC}(997 z_i) \quad i = 0, 1, 2, \dots$

FRC $\hat{=}$ Dezimalteil

$z_0 = 0,5284163$

Verwendete Formeln:

1. Gleichförmig verteilte Pseudo-Zufallszahlen u_i im Bereich $a < u_i < b$. Das Programm errechnet die Zufallszahlen nach der folgenden multiplikativen Rekursionsformel:

$$u_{i+1} = (b - a) \times \text{Dezimalteil von } (997 z_i) + a = (b - a) z_{i+1} + a$$

wobei $i = 0, 1, 2, \dots$

$$z_0 = 0,5284163$$

Die Periode der solchermaßen erzeugten Zahlenfolge beträgt 500000 (d. h. es werden 500000 verschiedene Pseudo-Zufallszahlen erzeugt, bevor sich ein Wert wiederholt). Die geringerwertigen Ziffern (rechts) sind «weniger zufällig» verteilt als die höherwertigen (unmittelbar hinter dem Dezimalpunkt). Werden also *Zufallsziffern* benötigt, so sollten sie von dem höherwertigen Teil der Pseudo-Zufallszahlen bestimmt werden. Dieser Zufallszahlen-Generator besteht den Chi-Quadrat-Test und weitere statistischen Prüfverfahren zur Untersuchung der Gleichverteilung.

Wenn eine andere Zahlenfolge gewünscht wird, kann ein anderer Anfangswert z_0 (mit $0 < z_0 < 1$) gewählt werden. Dazu sind einige Programmschritte (die den Startwert unter **LBL 0** abspeichern) abzuändern. Wenn $z_0 \times 10^7$ nicht durch 2 oder 5 teilbar ist, hat die Periode eine Länge von 500 000. Bevor Sie den auf diese Weise abgeänderten Zufallszahlen-Generator verwenden, sollten die erzeugten Werte mit statistischen Testverfahren überprüft werden.

2. Gleichförmig verteilte Zufallsziffern d_i im Bereich $1 \leq d_i \leq k$.

Angenommen, z_i ($i = 1, 2, \dots$) ist eine Folge von gleichförmig verteilten Zufallszahlen zwischen 0 und 1. Dann gilt:

$$d_i = 1 + \text{ganzzahliger Anteil von } (kz_i)$$

3. Normalverteilte Pseudo-Zufallszahlen n_i zu gegebenen Werten für Mittelwert m und Standardabweichung σ .

Angenommen, z_i ($i = 1, 2, \dots$) ist eine Folge von gleichförmig verteilten Zufallszahlen zwischen 0 und 1. Es sei:

$$V_1 = (2z_i - 1) \quad V_2 = (2z_{i+1} - 1)$$

$$S = V_1^2 + V_2^2 \quad (i = 1, 2, \dots)$$

Falls $S \geq 1$, sind die beiden gleichverteilten Werte u_i und u_{i+1} durch die nächsten beiden Zufallszahlen der Folge zu ersetzen. Dieses Verfahren wird fortgesetzt, bis $S < 1$. Anschließend werden die beiden normalverteilten Pseudo-Zufallszahlen nach folgenden Gleichungen berechnet:

$$n_i = \sigma V_1 \sqrt{\frac{-2 \ln S}{S}} + m$$

$$n_{i+1} = \sigma V_2 \sqrt{\frac{-2 \ln S}{S}} + m$$

4. Exponentialverteilte Pseudo-Zufallszahlen e_i mit dem Mittelwert μ . Angenommen, z_i ($i = 1, 2, \dots$) ist eine Folge von gleichförmig verteilten Zufallszahlen zwischen 0 und 1. Dann gilt:

$$e_i = -\mu \ln z_i$$

5. Der Mittelwert \bar{x} , die Standardabweichung s und die laufende Nummer n der erzeugten Pseudo-Zufallszahlen x_i werden nach folgenden Formeln berechnet:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i / n$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - n\bar{x}^2}{n-1}}$$

wobei x_i eine der Größen u_i , d_i , n_i oder e_i ist.

Literatur:

Donald E. Knuth, *The Art of Computer Programming*, Vol. 2, Addison-Wesley, 1971.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Gehen Sie für gleichverteilte Zufallsziffern		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	nach Zeile 6, für normalverteilte Zufallszahlen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	nach Zeile 9 oder für exponentialverteilte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Zufallszahlen nach Zeile 12		<input type="text"/> <input type="text"/>	
3	Geben Sie die Intervallgrenzen für die		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Erzeugung von gleichförmig verteilten		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Zufallszahlen ein.	a	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	a
		b	<input type="text"/> f <input type="text"/> a	b
4	Führen Sie Zeile 4 für $i = 1, 2, \dots$ aus.		<input type="text"/> A <input type="text"/>	u_i
5	Gehen Sie für \bar{x} , s und n nach Zeile 14		<input type="text"/> <input type="text"/>	
6	Geben Sie den maximal erwünschten ganz-		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	zahligen Wert ein	k	<input type="text"/> f <input type="text"/> b	k
7	Führen Sie Zeile 7 für $i = 1, 2, \dots$ aus		<input type="text"/> B <input type="text"/>	d_i
8	Gehen Sie für \bar{x} , s und n nach Zeile 14		<input type="text"/> <input type="text"/>	
9	Geben Sie für normalverteilte Zufallszahlen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	den Mittelwert und die Standardabweichung		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	ein	m	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	m
		σ	<input type="text"/> f <input type="text"/> c	σ
10	Führen Sie Zeile 10 für $i = 1, 2, \dots$ aus		<input type="text"/> C <input type="text"/>	n_i
11	Gehen Sie für \bar{x} , s und n nach Zeile 14		<input type="text"/> <input type="text"/>	
12	Geben Sie für exponentialverteilte Zufalls-		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	zahlen den Mittelwert ein.	μ	<input type="text"/> f <input type="text"/> d	μ
13	Führen Sie Zeile 13 für $i = 1, 2, \dots$ aus.		<input type="text"/> D <input type="text"/>	e_i
14	<i>Auf Wunsch</i> : Berechnen Sie		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	den Mittelwert		<input type="text"/> E <input type="text"/>	\bar{x}
	die Standardabweichung		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	s
	die laufende Nummer (Zähler)		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	n
15	Gehen Sie zur Fortsetzung der Berechnung		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	nach Zeile 4, 7, 10 oder 13		<input type="text"/> <input type="text"/>	
16	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Zeile 2		<input type="text"/> <input type="text"/>	

Beispiel 1:

Erzeugen Sie eine Folge von gleichförmig verteilten Pseudo-Zufallszahlen zwischen 0 und 1.

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck
0 ENTER ↑ 1 f a →	0.00 *** (a)
	1.00 *** (b)
A →	0.83 *** (u ₁)
A →	0.56 *** (u ₂)
A →	0.27 ***
A →	0.04 ***
A →	0.20 ***
A →	0.75 ***
A →	0.83 ***
A →	0.95 ***
E →	0.55 *** (Mittelwert \bar{x})
R/S →	0.34 *** (Standardabw. 5)
R/S →	8.00 *** (Zähler n)
A →	0.68 ***
A →	0.63 ***
A →	0.22 ***
	usw.

Beispiel 2:

Simulieren Sie mit dem Zufallszahlen-Generator das fortgesetzte Werfen eines Würfels.

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck
6 f b →	6.00 *** (k)
B →	5.00 *** (d ₁)
B →	4.00 *** (d ₂)
B →	2.00 ***
B →	1.00 ***
B →	2.00 ***
B →	5.00 ***
	usw.

Beispiel 3:

Ein Lehrer möchte es sich bei der Notengebung leicht machen und entschließt sich, die Noten zufällig und ohne Bevorzugung einzelner Schüler zu verteilen. Die Noten sollen um einen Mittelwert von 75 normalverteilt sein, wobei die Standardabweichung 10 betragen soll. Wie kann der Zufallszahlen-Generator für diesen Zweck verwendet werden?

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck
75 ENTER 10 f C →	75.00 *** (m)
	10.00 *** (σ)
C →	87.42 *** (n ₁)
C →	77.17 *** (n ₂)
C →	67.44 *** .
C →	81.23 *** .
C →	89.91 *** .
C →	85.32 *** .
	usw.

Beispiel 4:

Eine radioaktive Substanz sendet Alpha-Teilchen aus. Im Durchschnitt erfolgt dabei alle fünf Sekunden die Aussendung eines Teilchens. Die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Emissionen ist exponentialverteilt, wobei der Mittelwert 5 beträgt. Erzeugen Sie jetzt mit Hilfe dieses Programms eine Folge von Pseudo-Zufallszahlen, die als Meßwerte für die Zeit zwischen aufeinanderfolgenden Emissionen eines Alpha-Teilchens angesehen werden können.

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck
5 f d →	5.00 *** (μ)
D →	0.93 *** (e ₁)
D →	2.92 *** (e ₂)
D →	6.49 *** .
D →	15.93 *** .
D →	8.14 *** .
D →	1.44 *** .
	usw.

Notizen

Histogramm



Tabellarisch angeordnete Daten und Ergebnisse mancher Rechnungen lassen sich sehr übersichtlich und zweckmäßig in Form eines Histogramms (siehe folgende Abbildung) darstellen. Ein bestimmter Trend sowie herausragende Werte fallen bei der Betrachtung eines solchen Histogramms besonders deutlich auf.

Histogramm

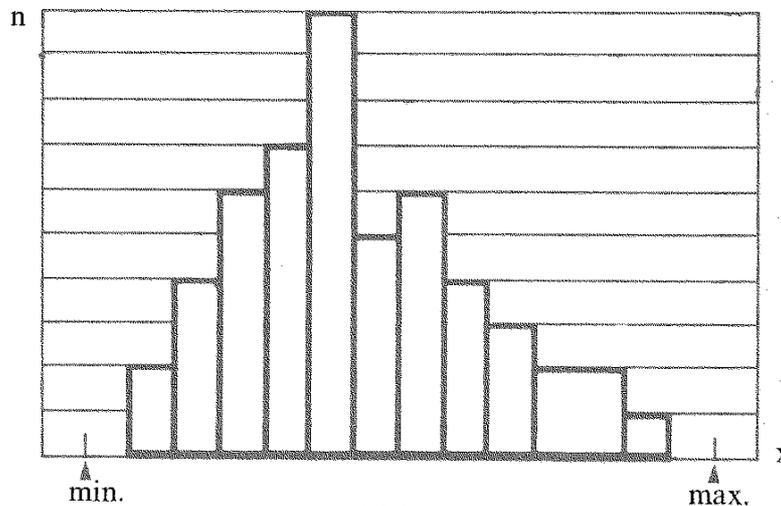


Abb. 1

Das Programm sortiert die eingegebenen Daten nach 24 Intervallen gleicher Breite, die innerhalb einer vorgegebenen unteren und oberen Grenze liegen.

Anschließend «erhöht» das Programm die Höhe desjenigen Kästchens um «1», in dessen Intervall der eingegebene Wert fällt. Dieses Verfahren wird für alle x -Werte – d.h. für sämtliche Ausgangsdaten – wiederholt. Wenn Sie nach Eingabe aller Daten **f** **b** drücken, gibt das Programm die Gesamtzahl der Eingabedaten, den Mittelwert und die Standardabweichung aus. Das Histogramm wird mit **f** **a** aufgelistet; der Rechner gibt die Anzahl der Eingabewerte an, die in das jeweilige «Kästchen» (d.h. Intervall) fallen.

Die Zähler für die 24 Intervalle sind in den Registern R_1 bis R_9 gespeichert; dabei belegen jeweils drei Intervalle gemeinsam ein Register. Fehlerhaft eingegebene Werte können jederzeit entfernt werden, indem dieser Wert erneut eingetastet und dann **E** gedrückt wird. Lag der Wert außerhalb der zu Beginn eingegebenen Grenzen, zeigt der Rechner «Error» an und das Programm ist erneut zu starten.

Zu Beginn sind die Grenzwerte für das Histogramm vorzugeben. Dies ist in der Regel der kleinste erwartete Wert und der größte in den Ausgangsdaten vorkommende Wert.

Verwendete Formeln:

Für das Histogramm: Mittelwert = $\frac{\sum x_i}{n}$

Standardabweichung = $\sqrt{\frac{\sum x_i^2 - n\bar{x}_i^2}{n-1}}$

$y_i = 1 + \text{Int} \left[24 \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \right]$

wobei:

y_i = Intervall-Nummer

x_i = eingegebener Wert

x_{\min} = untere Grenze für das Histogramm

x_{\max} = obere Grenze für das Histogramm

Int = ganzzahliger Anteil (entspricht der Tastenfunktion **INT**)

Anmerkungen:

Da jedem Intervall beim Abspeichern nur drei Stellen zur Verfügung stehen, findet ein Überlauf zum benachbarten Intervall statt, wenn mehr als 999 Werte in eines dieser «Fächer» fallen.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Vorbereitungsschritt		A <input type="text"/>	0.00
3	NORM-Modus für die automatische Ausgabe		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	der Ergebnisse einschalten*		B <input type="text"/>	1.00
4	Geben Sie ein: unteren Grenzwert	x_{\min}	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	$-x_{\min}$
	oberen Grenzwert	x_{\max}	C <input type="text"/>	x_{\max} .
5	Führen Sie die Zeilen 6–7 für $i = 1, 2, \dots, n$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
6	x_i eingeben	x_i	D <input type="text"/>	i
7	Wenn Sie bei der Eingabe von x_k einen Fehler gemacht haben, korrigieren Sie wie folgt:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
		x_k	E <input type="text"/>	$i-1$
8	Histogramm auflisten		f a	Liste
9	n , \bar{x} und s ausgeben		f b	n
			R/S <input type="text"/>	\bar{x}
			R/S <input type="text"/>	s
10	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Zeile 2		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
	* Anmerkung: Um den AUTO-Modus wieder auszuschalten, drücken Sie		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			CLF 0	

Beispiel:

Stellen Sie die folgenden Daten in Form eines Histogramms dar. Verwenden Sie als Grenzen $x_{\min} = 0$ und $x_{\max} = 24$.

(18,1, 14,3, 8,4, 0,7, 20,2, 14, 17,2, 24, 8,8, 5,7, 13,2, 22,1, 15,7, 18,9, 23)

Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

A	→	0.00 ***	
B	→	1.00 ***	
0 ENTER ↑ 24 C	→	0.00 ***	(x_{\min})
		24.00 ***	(x_{\max})
18.1 D	→	18.10 ***	
		1. ***	
14.3 D	→	14.30 ***	
		2. ***	
8.4 D	→	8.40 ***	
		3. ***	

0.7 D	→	0.70 ***
		4. ***
9.9 D	→	9.90 ***
		5. ***
9.9 E	→	9.90 ***
		4. ***
20.2 D	→	20.20 ***
		5. ***
14 D	→	14.00 ***
		6. ***
17.2 D	→	17.20 ***
		7. ***
24 D	→	24.00 ***
		8. ***
8.8 D	→	8.80 ***
		9. ***
5.7 D	→	5.70 ***
		10. ***
13.2 D	→	13.20 ***
		11. ***
22.1 D	→	22.10 ***
		12. ***
15.7 D	→	15.70 ***
		13. ***
18.9 D	→	18.90 ***
		14. ***
23 D	→	23.00 ***
		15. ***
f b	→	15.00 ***
R/S	→	14.95 ***
R/S	→	6.71 ***
f a	→	0.00 ***
		1.00 ***
		1. ***
		1.00 ***
		2.00 ***
		0. ***
		2.00 ***
		3.00 ***
		0. ***
		3.00 ***
		4.00 ***
		0. ***
		4.00 ***
		5.00 ***
		0. ***

(Fehler)

(Berichtigung)

(n)

(\bar{x})

(s)

Intervallgrenzen

5.00 ***
6.00 ***
1. ***
6.00 ***
7.00 ***
0. ***
7.00 ***
8.00 ***
0. ***
8.00 ***
9.00 ***
2. ***
9.00 ***
10.00 ***
0. ***
10.00 ***
11.00 ***
0. ***
11.00 ***
12.00 ***
0. ***
12.00 ***
13.00 ***
0. ***
13.00 ***
14.00 ***
1. ***
14.00 ***
15.00 ***
2. ***
15.00 ***
16.00 ***
1. ***
16.00 ***
17.00 ***
0. ***
17.00 ***
18.00 ***
1. ***
18.00 ***
19.00 ***
2. ***
19.00 ***
20.00 ***
0. ***
20.00 ***

21.00 ***
 1. ***
 21.00 ***
 22.00 ***
 0. ***
 22.00 ***
 23.00 ***
 1. ***
 23.00 ***
 24.00 ***
 2. ***

Histogramm

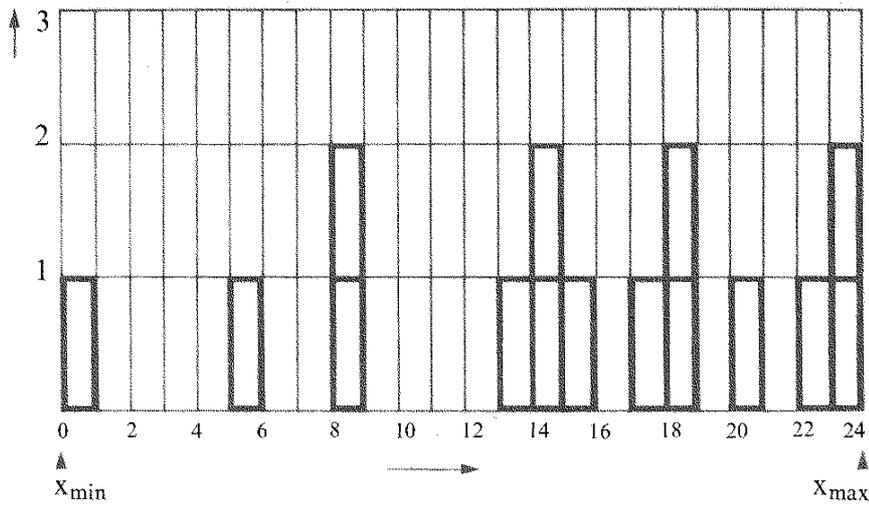
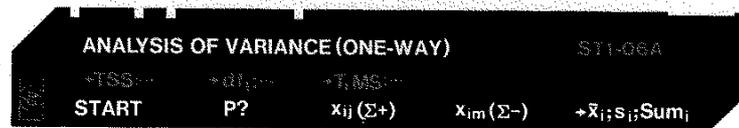


Abb. 2

Einfache Varianzanalyse



Mit Hilfe der einfachen Varianzanalyse wird getestet, ob die beobachteten Differenzen der Mittelwerte von k aufbereiteten Klassen zufallsbedingt oder darauf zurückzuführen sind, daß tatsächlich Unterschiede bei den Mittelwerten der entsprechenden Grundgesamtheiten bestehen. Angenommen, die i -te Klasse setzt sich aus n_i Beobachtungen zusammen (die Anzahl der Beobachtungen der jeweiligen Stichproben kann gleich oder verschieden sein). Es ist die Nullhypothese zu testen, daß die Mittelwerte der k Grundgesamtheiten alle gleich sind. Das Programm berechnet sämtliche Werte der Anova-Tafel (siehe Literatur).

1. Mittelwert der Beobachtungen der i -ten Klasse ($i = 1, 2, \dots, k$)

$$\bar{x}_i = \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} / n_i$$

2. Standardabweichung der Beobachtungen in der i -ten Klasse

$$s_i = \left[\left(\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2 - n \bar{x}_i^2 \right) / (n_i - 1) \right]^{1/2}$$

3. Summe der Beobachtungen der i -ten Klasse

$$\text{Sum}_i = \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}$$

4. Gesamtquadratsumme

$$\text{TSS} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \right)^2}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

5. Quadratsumme zwischen den Mittelwerten der Klasse

$$\text{TrSS} = \sum_{i=1}^k \frac{\left(\sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \right)^2}{n_i} - \frac{\left(\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \right)^2}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

6. Fehlerquadratsumme = Quadratsumme innerhalb der Klassen

$$\text{ESS} = \text{TSS} - \text{TrSS}$$

7. Anzahl der Freiheitsgrade von TrSS

$$df_1 = k - 1$$

8. Anzahl der Freiheitsgrade von ESS

$$df_2 = \sum_{i=1}^k n_i - k$$

9. Gesamtzahl der Freiheitsgrade

$$df_3 = df_1 + df_2 = \sum_{i=1}^k n_i - 1$$

10. Durchschnittsquadrat zwischen den Klassen

$$\text{TrMS} = \frac{\text{TrSS}}{df_1}$$

11. Durchschnittsquadrat innerhalb der Klassen

$$\text{EMS} = \frac{\text{ESS}}{df_2}$$

12. $F = \frac{\text{TrMS}}{\text{EMS}}$ (mit den Freiheitsgraden df_1, df_2)

Literatur:

J.E. Freund, *Mathematical Statistics*, Prentice Hall, 1962.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Vorbereitungsschritt		A <input type="text"/>	0.00
3	AUTO-Modus für die automatische Ausgabe der Ergebnisse einschalten*		<input type="text"/> <input type="text"/> B <input type="text"/>	1.00
4	Führen Sie die Zeilen 5–7 für $i=1, 2, \dots, k$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Führen Sie Zeile 6 für $j=1, 2, \dots, n_j$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
6	x_{ij} eingeben	x_{ij}	C <input type="text"/>	j
7	Wenn Sie bei der Eingabe von x_{im} einen Fehler gemacht haben, korrigieren Sie wie folgt:	x_{im}	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> D <input type="text"/>	j-1
8	Berechnen Sie den Mittelwert \bar{x}_j die Standardabweichung s_j Summe (Sum_j)		E <input type="text"/> R/S <input type="text"/> R/S <input type="text"/>	\bar{x}_j s_j Sum_j
9	Berechnen Sie die Gesamtquadratsumme Quadratsumme zwischen den Mittelwerten der Klasse Fehlerquadratsumme		f <input type="text"/> a <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> R/S <input type="text"/> R/S <input type="text"/>	TSS TrSS ESS
10	Berechnen Sie die Anzahl der Freiheitsgrade df_1 df_2 df_3		<input type="text"/> <input type="text"/> f <input type="text"/> b <input type="text"/> R/S <input type="text"/> R/S <input type="text"/>	 df_1 df_2 df_3
11	Berechnen Sie Durchschnittsquatrat zwischen den Klassen Durchschnittsquatrat innerhalb der Klassen F		<input type="text"/> <input type="text"/> f <input type="text"/> c <input type="text"/> R/S <input type="text"/> R/S <input type="text"/>	TrMS EMS F
12	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Zeile 2		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
	*Anmerkung: Um den AUTO-Modus wieder auszuschalten, drücken Sie		<input type="text"/> <input type="text"/> CLF <input type="text"/> 0 <input type="text"/>	

Beispiel:

Die folgende Tabelle enthält die Punktzahlen, die von zufällig ausgewählten Schülergruppen von vier verschiedenen Lehranstalten anlässlich eines groß angelegten Leistungs-Tests erreicht wurden:

i \ j	1	2	3	4	5	6	7
Schule 1	88	99	96	68	85		
Schule 2	78	62	98	83	61	88	
Schule 3	80	61	74	92	78	54	77
Schule 4	71	65	90	46			

Wenden Sie das vorliegende Programm auf diese Daten an (erstellen Sie die vollständige Anova-Tafel) und testen Sie die Nullhypothese, daß die Unterschiede zwischen den Mittelwerten dieser Stichprobenklassen dem Zufall zuzuschreiben sind. Verwenden Sie dabei als Signifikanzwert $\alpha = 0,01$.

Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

A →	0.00 ***	
B →	1.00 ***	
88 C →	88.00 ***	
	1.00 ***	
99 C →	99.00 ***	
	2.00 ***	
96 C →	96.00 ***	
	3.00 ***	
68 C →	68.00 ***	
	4.00 ***	
85 C →	85.00 ***	
	5.00 ***	
E →	87.20 ***	(\bar{x}_1)
R/S →	12.15 ***	(s_1)
R/S →	436.00 ***	(Sum ₁)
78 C →	78.00 ***	
	1.00 ***	
62 C →	62.00 ***	
	2.00 ***	
98 C →	98.00 ***	
	3.00 ***	
83 C →	83.00 ***	
	4.00 ***	
61 C →	61.00 ***	
	5.00 ***	
88 C →	88.00 ***	
	6.00 ***	
E →	78.33 ***	(\bar{x}_2)

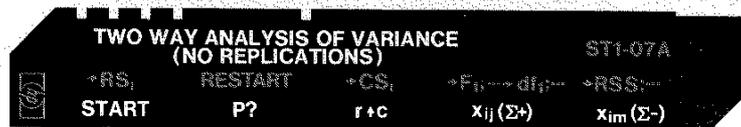
R/S	→	14.62 ***	(s ₂)
R/S	→	470.00 ***	(Sum ₂)
80 C	→	80.00 ***	
		1.00 ***	
61 C	→	61.00 ***	
		2.00 ***	
74 C	→	74.00 ***	
		3.00 ***	
92 C	→	92.00 ***	
		4.00 ***	
78 C	→	78.00 ***	
		5.00 ***	
54 C	→	54.00 ***	
		6.00 ***	
77 C	→	77.00 ***	
		7.00 ***	
E	→	73.71 ***	(\bar{x}_3)
R/S	→	12.61 ***	(s ₃)
R/S	→	516.00 ***	(Sum ₃)
71 C	→	71.00 ***	
		1.00 ***	
66 C	→	66.00 ***	(Fehler)
		2.00 ***	
66 D	→	66.00 ***	(Berichtigung)
		1.00 ***	
65 C	→	65.00 ***	
		2.00 ***	
90 C	→	90.00 ***	
		3.00 ***	
46 C	→	46.00 ***	
		4.00 ***	
E	→	68.00 ***	(\bar{x}_4)
R/S	→	18.13 ***	(s ₄)
R/S	→	272.00 ***	(Sum ₄)
f a	→	4530.00 ***	(TSS)
R/S	→	930.44 ***	(TrSS)
R/S	→	3599.56 ***	(ESS)
f b	→	3.00 ***	(df ₁)
R/S	→	18.00 ***	(df ₂)
R/S	→	21.00 ***	(df ₃)
f c	→	310.15 ***	(TrMS)
R/S	→	199.98 ***	(EMS)
R/S	→	1.55 ***	(F)

Anova-Tafel

	SS	df	MS	F
Tr (Treatments)	930,44	3	310,15	1,55
E (Error)	3599,56	18	199,98	
Σ (Total)	4530,00	21		

Da $F = 1,55$ den Wert $F_{0,01; 3; 18} = 5,09$ nicht übersteigt, kann die Nullhypothese nicht verworfen werden. Wir schließen daraus, daß die unterschiedlichen Punktzahl-Ergebnisse der verschiedenen Schulen nicht signifikant sind, sondern zufallsbedingt.

Doppelte Varianzanalyse



Die Varianzanalyse ist die Zerlegung der Gesamt-Variabilität einer gegebenen Datenmenge (gemessen an der Gesamtquadratsumme) in einzelne Komponenten mit verschiedenen Variations-Ursachen.

Die doppelte Varianzanalyse testet die Zeilen- und Spalteneffekte unabhängig voneinander. Das Programm berechnet sämtliche nachfolgenden Größen (vollständige Anova-Tafel – siehe Literatur) für den Fall, daß (1) jede Zeile nur eine Beobachtung enthält und (2) die Zeilen- und Spalteneffekte voneinander unabhängig sind.

Verwendete Formeln:

1. Summen

$$\text{Zeilensumme Row } RS_i = \sum_j x_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, r$$

$$\text{Spaltensumme Column } CS_j = \sum_i x_{ij} \quad j = 1, 2, \dots, c$$

2. Quadratsummen

$$\text{Gesamtquadratsumme Total TSS} = \sum \sum x_{ij}^2 - (\sum \sum x_{ij})^2 / rc$$

Quadratsumme zwischen den Mittelwerten der Zeilen

$$\text{Row RSS} = \sum_i \left(\sum_j x_{ij} \right)^2 / c - (\sum \sum x_{ij})^2 / rc$$

Quadratsumme zwischen den Mittelwerten der Spalten

$$\text{Column CSS} = \sum_j \left(\sum_i x_{ij} \right)^2 / r - (\sum \sum x_{ij})^2 / rc$$

$$\text{Quadratische Restsumme Error ESS} = \text{TSS} - \text{RSS} - \text{CSS}$$

3. Anzahl der Freiheitsgrade

$$\text{Zwischen den Zeilen} \quad df_1 = r - 1$$

$$\text{Zwischen den Spalten} \quad df_2 = c - 1$$

$$\text{Rest} \quad df_3 = (r - 1)(c - 1)$$

4. F

$$\text{Zeile } F_1 = \frac{\text{RSS}}{df_1} \bigg/ \frac{\text{ESS}}{df_3}$$

$$\text{Spalte } F_2 = \frac{\text{CSS}}{df_2} \bigg/ \frac{\text{ESS}}{df_3}$$

Literatur:

Dixon and Massey, *Introduction to Statistical Analysis*, McGraw-Hill, 1969.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Vorbereitungsschritt		A <input type="text"/>	0.00
3	AUTO-Modus für die automatische Ausgabe der Ergebnisse einschalten*		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			B <input type="text"/>	1.00
4	Geben Sie ein: Anzahl der Zeilen r	r	↑ <input type="text"/>	
	Anzahl der Spalten c	c	C <input type="text"/>	c
5	Führen Sie die Zeilen 6–9 für $i=1, 2, \dots, r$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
6	Führen Sie die Zeilen 7–8 für $j=1, 2, \dots, c$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
7	x_{ij} eingeben	x_{ij}	D <input type="text"/>	j
8	Wenn Ihnen bei der Eingabe von x_{im} ein Fehler unterlaufen ist, korrigieren Sie wie folgt:	x_{im}	<input type="text"/> <input type="text"/>	
			E <input type="text"/>	i-1
9	Berechnen Sie die Zeilensummen RS_i		f a	RS_i
10	Zwischenschritt		f b	0.00
11	Führen Sie die Zeilen 12–15 für $j=1, 2, \dots, c$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
12	Führen Sie die Zeilen 13–14 für $i=1, 2, \dots, r$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
13	x_{ij} eingeben	x_{ij}	D <input type="text"/>	i
14	Wenn Sie bei der Eingabe von x_{hj} einen Fehler gemacht haben, korrigieren Sie wie folgt:	x_{hj}	<input type="text"/> <input type="text"/>	
			E <input type="text"/>	i-1
15	Berechnen Sie die Spaltensummen CS_i		f c	CS_i
16	Berechnen Sie F: Zeilen F_1 Spalten F_2		f d	F_1
			R/S <input type="text"/>	F_2
17	Berechnen Sie die Anzahl der Freiheitsgrade: Zeile df_1 Spalte df_2 Rest df_3		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			f d	df_1
			R/S <input type="text"/>	df_2
			R/S <input type="text"/>	df_3
18	Berechnen Sie die Quadratsummen Zeile RSS Spalte CSS Rest ESS Gesamt TSS		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			f e	RSS
			R/S <input type="text"/>	CSS
			R/S <input type="text"/>	ESS
			R/S <input type="text"/>	TSS
19	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Zeile 2		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
	* Anmerkung: Um den AUTO-Modus wieder		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	auszuschalten, drücken Sie		CLF <input type="text"/>	
			0 <input type="text"/>	

Beispiel:

Wenden Sie das Programm auf die folgende Datenmenge an.

i \ j	Zeilen			
	1	2	3	4
1	7	6	8	7
2	2	4	4	4
3	4	6	5	3

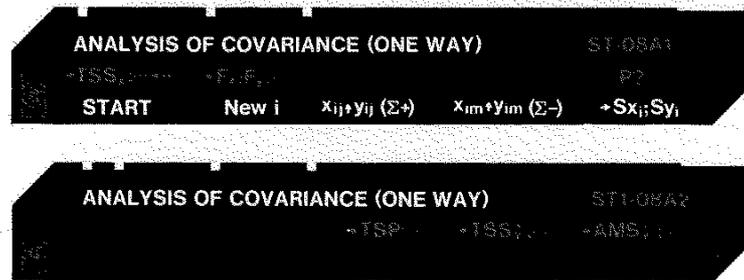
Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck	
A →	0.00 ***	
B →	1.00 ***	
3 ENTER 4 C →	3.00 ***	(r)
	4.00 ***	(c)
7 D →	7.00 ***	
	1.00 ***	
6 D →	6.00 ***	
	2.00 ***	
8 D →	8.00 ***	
	3.00 ***	
7 D →	7.00 ***	
	4.00 ***	
f a →	28.00 ***	(RS ₁)
2 D →	2.00 ***	
	1.00 ***	
4 D →	4.00 ***	
	2.00 ***	
4 D →	4.00 ***	
	3.00 ***	
4 D →	4.00 ***	
	4.00 ***	
f a →	14.00 ***	(RS ₂)
4 D →	4.00 ***	
	1.00 ***	
7 D →	7.00 ***	(Fehler)
	2.00 ***	
7 E →	7.00 ***	(Berichtigung)
	1.00 ***	

6	D	→	6.00 ***	
			2.00 ***	
5	D	→	5.00 ***	
			3.00 ***	
3	D	→	3.00 ***	
			4.00 ***	
f	a	→	18.00 ***	(RS ₃)
f	b	→	0.00 ***	
7	D	→	7.00 ***	
			1.00 ***	
2	D	→	2.00 ***	
			2.00 ***	
4	D	→	4.00 ***	
			3.00 ***	
f	c	→	13.00 ***	(CS ₁)
6	D	→	6.00 ***	
			1.00 ***	
4	D	→	4.00 ***	
			2.00 ***	
6	D	→	6.00 ***	
			3.00 ***	
f	c	→	16.00 ***	(CS ₂)
8	D	→	8.00 ***	
			1.00 ***	
4	D	→	4.00 ***	
			2.00 ***	
5	D	→	5.00 ***	
			3.00 ***	
f	c	→	17.00 ***	(CS ₃)
7	D	→	7.00 ***	
			1.00 ***	
4	D	→	4.00 ***	
			2.00 ***	
3	D	→	3.00 ***	
			3.00 ***	
f	c	→	14.00 ***	(CS ₄)
f	d	→	11.70 ***	(F ₁)
R/S		→	1.00 ***	(F ₂)
f	d	→	2.00 ***	(df ₁)
R/S		→	3.00 ***	(df ₂)
R/S		→	6.00 ***	(df ₃)
f	e	→	26.00 ***	(RSS)
R/S		→	3.33 ***	(CSS)
R/S		→	6.67 ***	(ESS)
R/S		→	36.00 ***	(TSS)

Anova-Tafel (siehe Literatur)

	SS	df	F
Zeile	26,00	2	11,70
Spalte	3,33	3	1,00
Rest	6,67	6	
Gesamt	36,00		

Einfache Kovarianzanalyse



Die einfache Kovarianzanalyse testet den Einfluß einer Variablen unabhängig von dem Effekt einer zweiten Variablen, wenn diese zweite Variable eine tatsächliche Meßgröße für jeden Einzelwert darstellt.

Angenommen, (x_{ij}, y_{ij}) ist die j -te Beobachtung aus der i -ten Grundgesamtheit ($i = 1, 2, \dots, k; j = 1, 2, \dots, n_i$). Beachten Sie, daß die Stichproben auch ungleich viele Beobachtungen umfassen können. Die Kovarianzanalyse prüft, ob ein Unterschied in den Mittelwerten der Residualwerte besteht. Die Residual- oder Restwerte stellen die Differenzen zwischen den Beobachtungsdaten und einer Schätzgröße dar, die auf der zugehörigen zweiten Variablen basiert. Das Verfahren der Kovarianzanalyse beruht auf der Zerlegung der Quadratsummen und Produktsummen in mehrere Anteile. Das Programm berechnet sämtliche nachfolgenden Größen (vollständige Anocov-Tafel – siehe Literatur).

Verwendete Formeln:

1. Summen und Quadratsummen

$$Sx_i = \sum_j x_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, k)$$

$$TSSx = \sum_i \sum_j x_{ij}^2 - \frac{(\sum_i \sum_j x_{ij})^2}{\sum_i n_i}$$

$$ASSx = \sum_i \frac{(\sum_j x_{ij})^2}{n_i} - \frac{(\sum_i \sum_j x_{ij})^2}{\sum_i n_i}$$

$$WSSx = TSSx - ASSx$$

2. Anzahl der Freiheitsgrade

$$df_1 = k - 1$$

$$df_2 = \sum_i n_i - k$$

3. Durchschnittsquadrat und F-Größe

$$\text{AMS}_x = \frac{\text{ASS}_x}{df_1}$$

$$\text{WMS}_x = \frac{\text{WSS}_x}{df_2}$$

$$F_x = \frac{\text{AMS}_x}{\text{WMS}_x} \text{ mit den Freiheitsgraden } df_1, df_2.$$

Wenn x_{ij} durch y_{ij} ersetzt wird, erhält man ähnliche Formeln für y_{ij} .

4. Produktsummen

$$\text{TSP} = \sum \sum x_{ij} y_{ij} - \frac{(\sum \sum x_{ij})(\sum \sum y_{ij})}{\sum_i n_i}$$

$$\text{ASP} = \sum_i \frac{\left(\sum_j x_{ij}\right)\left(\sum_j y_{ij}\right)}{n_i} - \frac{(\sum \sum x_{ij})(\sum \sum y_{ij})}{\sum_i n_i}$$

$$\text{WSP} = \text{TSP} - \text{ASP}$$

5. Residualquadratsummen

$$\text{TSS}_{\hat{y}} = \text{TSS}_y - \frac{(\text{TSP})^2}{\text{TSS}_x}$$

$$\text{WSS}_{\hat{y}} = \text{WSS}_y - \frac{(\text{WSP})^2}{\text{WSS}_x}$$

$$\text{ASS}_{\hat{y}} = \text{TSS}_{\hat{y}} - \text{WSS}_{\hat{y}}$$

6. Residual-Freiheitsgrade

$$df_3 = k - 1$$

$$df_4 = \sum_i n_i - k - 1$$

7. Residual-Durchschnittsquadrat und F-Größe

$$\text{AMS}_{\hat{y}} = \frac{\text{ASS}_{\hat{y}}}{df_3}$$

$$\text{WMS}_{\hat{y}} = \frac{\text{WSS}_{\hat{y}}}{df_4}$$

$F = \frac{AMS\hat{y}}{WMS\hat{y}}$ mit den Freiheitsgraden df_3, df_4 .

Anocov-Tafel

	Freiheits- grade	SSx	SP	SSy	Freiheits- grade	Residualwerte SS \hat{y}	MS \hat{y}	F
Zwischen den Gruppen	df_1	ASSx	ASP	ASSy	df_3	ASS \hat{y}	AMS \hat{y}	F
Innerhalb der Gruppen	df_2	WSSx	WSP	WSSy	df_4	WSS \hat{y}	WMS \hat{y}	
Insgesamt		TSSx	TSP	TSSy		TSS \hat{y}		

Anmerkungen:

1. Mit F_x kann geprüft werden, ob die X-Mittelwerte gleich sind (Anova für X).
2. Mit F_y kann getestet werden, ob die Y-Mittelwerte (ohne Verwendung der X-Werte) gleich sind (Anova für nicht aufbereitete Y).

Literatur:

Dixon and Massey, *Introduction to Statistical Analysis*, McGraw-Hill, 1969.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte 1 einlesen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Vorbereitungsschritt		A <input type="text"/>	0.00
3	AUTO-Modus für die automatische Ausgabe der Ergebnisse einschalten *		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			f <input type="text"/> e <input type="text"/>	1 00
4	Führen Sie die Zeilen 5–9 für $i = 1, 2, \dots, k$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Vorbereitungsschritt für neues i		B <input type="text"/>	i
6	Führen Sie die Zeilen 7–8 für $j = 1, 2, \dots, n_i$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
7	x_{ij} und y_{ij} eingeben	x_{ij}	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	x_{ij}
		y_{ij}	C <input type="text"/>	j
8	Wenn Ihnen bei der Eingabe von x_{im} oder y_{im} ein Fehler unterlaufen ist, korrigieren Sie wie folgt:	x_{im}	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	x_{im}
		y_{im}	D <input type="text"/>	$j = 1$
9	Berechnen Sie die i -ten Summen S_{xi} S_{yi}		E <input type="text"/>	S_{xi}
			R/S <input type="text"/>	S_{yi}
10	Berechnen Sie die Summen: TSS_x (zwischen den Gruppen) ASS_x (innerhalb der Gruppen) WSS_x		f <input type="text"/> a <input type="text"/>	TSS_x
			R/S <input type="text"/>	ASS_x
			R/S <input type="text"/>	WSS_x
11	Berechnen Sie die Summen: TSS_y (zwischen den Gruppen) ASS_y (innerhalb der Gruppen) WSS_y		f <input type="text"/> a <input type="text"/>	TSS_y
			R/S <input type="text"/>	ASS_y
			R/S <input type="text"/>	WSS_y
12	Berechnen Sie: F_x F_y Freiheitsgrade: df_1 df_2		f <input type="text"/> b <input type="text"/>	F_x
			R/S <input type="text"/>	F_y
			R/S <input type="text"/>	df_1
			R/S <input type="text"/>	df_2
13	Lesen Sie Seite 1 der Programmkarte 2 ein		<input type="text"/> <input type="text"/>	
14	Berechnen Sie die Produktsummen: TSP (zwischen den Gruppen) ASP (innerhalb der Gruppen) WSP		f <input type="text"/> c <input type="text"/>	TSP
			R/S <input type="text"/>	ASP
			R/S <input type="text"/>	WSP
15	Berechnen Sie: $TSS_{\hat{y}}$ $WSS_{\hat{y}}$ $ASS_{\hat{y}}$		f <input type="text"/> d <input type="text"/>	$TSS_{\hat{y}}$
			R/S <input type="text"/>	$WSS_{\hat{y}}$
			R/S <input type="text"/>	$ASS_{\hat{y}}$

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
16	Berechnen Sie: $AMS\hat{y}$		<input type="text" value="f"/> <input type="text" value="e"/>	$AMS\hat{y}$
	$WMS\hat{y}$		<input type="text" value="R/S"/> <input type="text"/>	$WMS\hat{y}$
	F		<input type="text" value="R/S"/> <input type="text"/>	F
	Freiheitsgrade df_3		<input type="text" value="R/S"/> <input type="text"/>	df_3
	df_4		<input type="text" value="R/S"/> <input type="text"/>	df_4
17	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Zeile 1		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
	*Anmerkung: Um den AUTO-Modus wieder		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	auszuschalten, drücken Sie		<input type="text" value="CLF"/> <input type="text"/>	
			<input type="text" value="0"/> <input type="text"/>	

Beispiel:

		j			
		1	2	3	4
1	x_{1j}	3	2	1	2
	y_{1j}	10	8	8	11
2	x_{2j}	4	3	3	5
	y_{2j}	12	12	10	13
3	x_{3j}	1	2	3	1
	y_{3j}	6	5	8	7

($k = 3, n_1 = n_2 = n_3 = 4$)

Drücken Sie **Anzeige/Ausdruck**

Seite 1 und 2 der Programmkarte 1 einlesen

A 0.00 ***

f **e** 1.00 ***

B 1.00 ***

3 **ENTER** 10 **C** 3.00 ***

10.00 ***

1.00 ***

2 **ENTER** 8 **C** 2.00 ***

8.00 ***

2.00 ***

5 **ENTER** 5 **C** 5.00 ***

5.00 ***

3.00 ***

(Fehler)

5	ENTER↑	5	D	→	5.00 ***	
					5.00 ***	
					2.00 ***	
1	ENTER↑	8	C	→	1.00 ***	
					8.00 ***	
					3.00 ***	
2	ENTER↑	11	C	→	2.00 ***	
					11.00 ***	
					4.00 ***	
	E			→	8.00 ***	(Sx ₁)
	R/S			→	37.00 ***	(Sy ₁)
	B			→	2.00 ***	
4	ENTER↑	12	C	→	4.00 ***	
					12.00 ***	
					1.00 ***	
3	ENTER↑	12	C	→	3.00 ***	
					12.00 ***	
					2.00 ***	
3	ENTER↑	10	C	→	3.00 ***	
					10.00 ***	
					3.00 ***	
5	ENTER↑	13	C	→	5.00 ***	
					13.00 ***	
					4.00 ***	
	E			→	15.00 ***	(Sx ₂)
	R/S			→	47.00 ***	(Sy ₂)
	B			→	3.00 ***	
1	ENTER↑	6	C	→	1.00 ***	
					6.00 ***	
					1.00 ***	
2	ENTER↑	5	C	→	2.00 ***	
					5.00 ***	
					2.00 ***	
3	ENTER↑	8	C	→	3.00 ***	
					8.00 ***	
					3.00 ***	
1	ENTER↑	7	C	→	1.00 ***	
					7.00 ***	
					4.00 ***	
	E			→	7.00 ***	(Sx ₃)
	R/S			→	26.00 ***	(Sy ₃)
	f a			→	17.00 ***	(TSSx)
	R/S			→	9.50 ***	(ASSx)
	R/S			→	7.50 ***	(WSSx)
	f a			→	71.67 ***	(TSSy)
	R/S			→	55.17 ***	(ASSy)

(Berichtigung)

R/S	→	16.50 ***	(WSS _y)
f b	→	5.70 ***	(F _x)
R/S	→	15.05 ***	(F _y)
R/S	→	2.00 ***	(df ₁)
R/S	→	9.00 ***	(df ₂)

Seite 1 der Programmkarte 2 einlesen

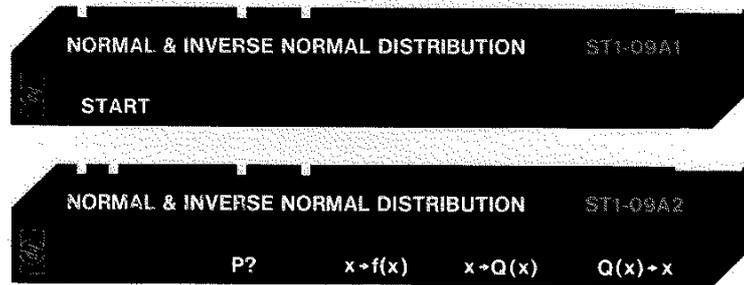
f c	→	27.00 ***	(TSP)
R/S	→	20.75 ***	(ASP)
R/S	→	6.25 ***	(WSP)
f d	→	28.78 ***	(TSS _y)
R/S	→	11.29 ***	(WSS _y)
R/S	→	17.49 ***	(ASS _y)
f e	→	8.75 ***	(AMS _y)
R/S	→	1.41 ***	(WMS _y)
R/S	→	6.20 ***	(F)
R/S	→	2.00 ***	(df ₃)
R/S	→	8.00 ***	(df ₄)

Anocov-Tafel

	df	SS _x	SP	SS _y	Residualwerte			
					df	SS _y	MS _y	F
Zwischen den Gruppen A...	2	9,50	20,75	55,17	2	17,49	8,75	6,20
Innerhalb der Gruppen W...	9	7,50	6,25	16,50	8	11,29	1,41	
Insgesamt T. .		17,00	27,00	71,67		28,78		

Notizen

Normalverteilung und invertiertes Normalverteilungsintegral



Das Programm berechnet die Dichtefunktion $f(x)$ und die Verteilungsfunktion $Q(x)$ einer standardisierten Normalverteilung, wenn der Wert der Zufallsvariablen x gegeben ist. Falls Q vorgegeben ist, kann das Programm umgekehrt den Wert x berechnen.

Eine standardisiert normalverteilte Zufallsvariable x hat den Mittelwert 0 und die Standardabweichung 1.

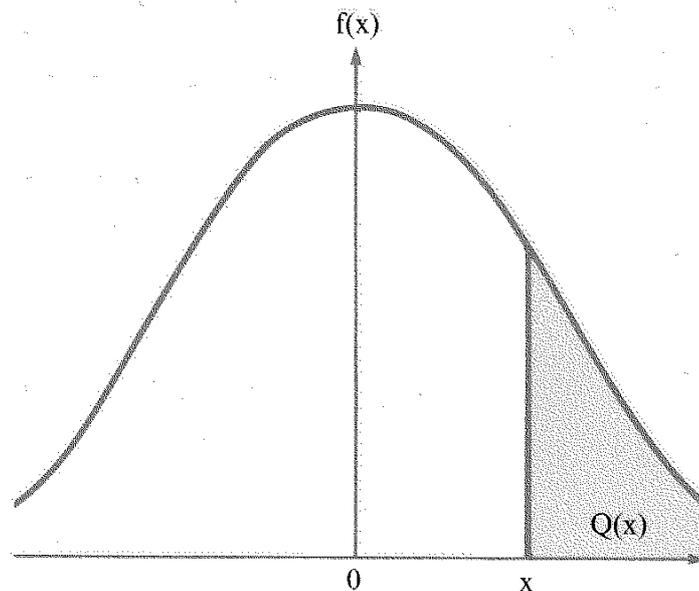
Verwendete Formeln:

1. Dichtefunktion

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$$

2. Verteilungsfunktion

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$



$Q(x)$ wird zu gegebenem x mit Hilfe einer Approximation über das folgende Polynom berechnet:

Es sei $R = f(x)(b_1 t + b_2 t^2 + b_3 t^3 + b_4 t^4 + b_5 t^5) + \varepsilon(x)$

wobei

$$|\varepsilon(x)| < 7,5 \times 10^{-8}$$

$$t = \frac{1}{1 + r|x|} \quad r = 0,2316419$$

$$b_1 = 0,31938153 \quad b_2 = -0,356563782$$

$$b_3 = 1,781477937 \quad b_4 = -1,821255978$$

$$b_5 = 1,330274429$$

$$\text{Dann gilt } Q(x) = \begin{cases} R & \text{falls } x \geq 0 \\ 1-R & \text{falls } x < 0 \end{cases}$$

2. Invertiertes Normalverteilungsintegral

Zu gegebenem $Q > 0$ berechnet das Programm den Wert x , so daß gilt:

$$Q = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^\infty e^{-\frac{t^2}{2}} dt.$$

Zur Lösung des Problems verwendet das Programm die folgende rationale Approximation:

$$\text{Es sei } y = t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} + \varepsilon(Q)$$

$$\text{wobei } |\varepsilon(Q)| < 4,5 \times 10^{-4}$$

$$t = \begin{cases} \sqrt{\ln \frac{1}{Q^2}} & \text{falls } 0 < Q \leq 0,5 \\ \sqrt{\ln \frac{1}{(1-Q)^2}} & \text{falls } 0,5 < Q < 1 \end{cases}$$

$$c_0 = 2,515517 \quad d_1 = 1,432788$$

$$c_1 = 0,802853 \quad d_2 = 0,189269$$

$$c_2 = 0,010328 \quad d_3 = 0,001308$$

$$\text{Dann gilt } x = \begin{cases} y & \text{falls } 0 < Q \leq 0,5 \\ -y & \text{falls } 0,5 < Q < 1 \end{cases}$$

Literatur:

Abramowitz and Stegun, *Handbook of Mathematical Functions*, National Bureau of Standards, 1970.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte 1 einlesen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Vorbereitungsschritt (Programmstart)		A <input type="text"/>	0.00
3	Seite 1 und 2 der Programmkarte 2 einlesen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
4	AUTO-Modus für die automatische Ausgabe der Ergebnisse einschalten*		B <input type="text"/>	1.00
5	Geben Sie x ein und berechnen Sie f(x)	x	C <input type="text"/>	f(x)
6	Geben Sie x ein und berechnen Sie Q(x)	x	D <input type="text"/>	Q(x)
	Gehen Sie für einen neuen x-Wert nach Zeile 5 oder 6		<input type="text"/> <input type="text"/>	
7	Geben Sie Q(x) ein und berechnen Sie x	Q(x)	E <input type="text"/>	x
	Gehen Sie für einen neuen Wert Q(x) nach Zeile 7		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
	*Anmerkung: Um den AUTO-Modus wieder auszuschalten, drücken Sie		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			0 <input type="text"/>	
			STO <input type="text"/>	
			A <input type="text"/>	
			STO <input type="text"/>	
			B <input type="text"/>	

Beispiel 1:

Berechnen Sie $f(x)$ und $Q(x)$ für $x = 1,18$ und $x = -2,28$.

Lesen Sie Seite 1 und 2 der Programmkarte 1 ein.

Drücken Sie: **A**.

Lesen Sie Seite 1 und 2 der Programmkarte 2 ein.

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

B →	1.00 ***	AUTO-Modus
1.18 C →	1.18 ***	
	0.20 ***	(f(1,18))
1.18 D →	1.18 ***	
	0.12 ***	(Q(1,18))
2.28 CHS D →	-2.28 ***	
	0.99 ***	(Q(-2,28))
2.28 CHS C →	-2.28 ***	
	0.03 ***	(f(-2,28))

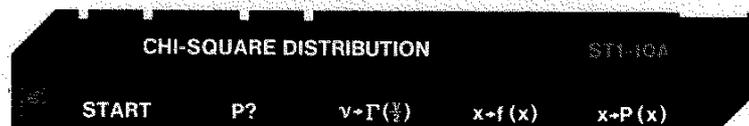
Beispiel 2:

Gegeben ist $Q = 0,12$ und $Q = 0,95$; berechnen Sie x .

(Wenn Sie das erste Beispiel gerechnet haben, können Sie jetzt fortfahren; anderenfalls sind die Programmkarten, wie in Beispiel 1 beschrieben, einzulesen.)

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck
0.12 E →	0.12 ***
	1.18 *** (x)
0.95 E →	0.95 ***
	-1.65 *** (x)

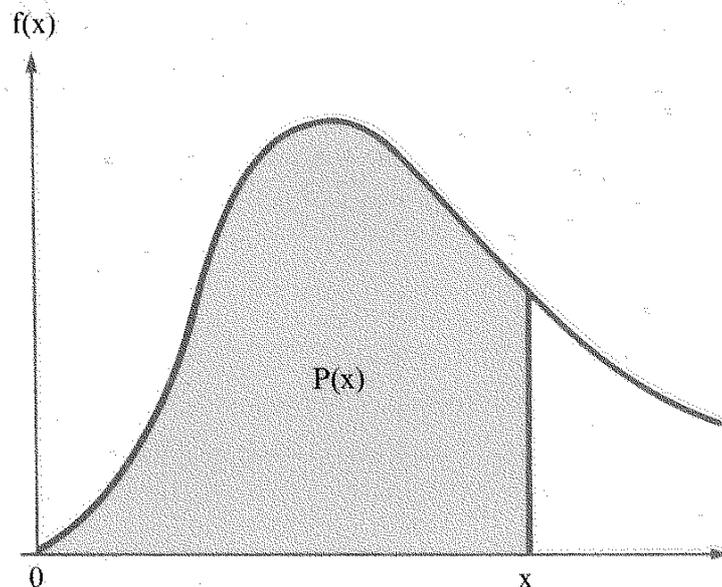
Chi-Quadrat-Verteilung



Dieses Programm berechnet die Chi-Quadrat-Dichtefunktion.

$$f(x) = \frac{1}{2^{\frac{\nu}{2}} \Gamma\left(\frac{\nu}{2}\right)} x^{\frac{\nu}{2}-1} e^{-\frac{x}{2}}$$

für $x \geq 0$; ν ist die Anzahl der Freiheitsgrade.



Die Chi-Quadrat-Verteilungsfunktion wird über die folgende Reihenentwicklung berechnet:

$$P(x) = \int_0^x f(t) dt$$

$$= \left(\frac{x}{2}\right)^{\frac{\nu}{2}} \frac{e^{-\frac{x}{2}}}{\Gamma\left(\frac{\nu+2}{2}\right)} \left[1 + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{x^k}{(\nu+2)(\nu+4)\dots(\nu+2k)} \right]$$

Das Programm berechnet aufeinanderfolgende Partialsummen der angegebenen Reihe. Haben zwei aufeinanderfolgende Partialsummen den gleichen Wert, so wird dieser letzte Wert als Ergebnis verwendet.

Anmerkungen:

1. Das Programm fordert $v \leq 141$. Bei größeren Werten für v treten Überlauf-Fehler auf.
2. Wenn sowohl x als auch v sehr groß ist, kann ein Rechner-Überlauf auftreten, wenn $f(x)$ berechnet wird.
3. Für v geradzahlig gilt:

$$\Gamma\left(\frac{v}{2}\right) = \left(\frac{v}{2} - 1\right)!$$

Falls v ungerade:

$$\Gamma\left(\frac{v}{2}\right) = \left(\frac{v}{2} - 1\right) \left(\frac{v}{2} - 2\right) \dots \left(\frac{1}{2}\right) \Gamma\left(\frac{1}{2}\right)$$

4.

$$\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{\pi}$$

Literatur:

Abramowitz and Stegun, *Handbook of Mathematical Functions*, National Bureau of Standards, 1970.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Vorbereitungsschritt		A <input type="text"/>	0.00
3	AUTO-Modus für die automatische Ausgabe		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	der Ergebnisse einschalten*		B <input type="text"/>	1.00
4	Geben Sie die Anzahl der Freiheitsgrade ν		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	ein	ν	C <input type="text"/>	$\Gamma(\nu/2)$
5	Geben Sie x ein und berechnen Sie $f(x)$	x	D <input type="text"/>	$f(x)$
6	Geben Sie x ein und berechnen Sie $P(x)$	x	E <input type="text"/>	$P(x)$
	(i) Gehen Sie für eine neue Rechnung mit		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	gleichem ν nach Zeile 5 oder 6		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	(ii) Gehen Sie für eine neue Rechnung mit		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	einem geänderten Wert für ν nach Zeile 2		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
	*Anmerkung: Um den AUTO-Modus wieder		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	auszuschalten, drücken Sie		CLF <input type="text"/>	
			0 <input type="text"/>	

Beispiel 1:

Berechnen Sie $f(x)$ und $P(x)$ für $x = 9,6$ und $x = 15$. Für die Anzahl der Freiheitsgrade gilt $\nu = 20$.

Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

A →	0.00 ***	
B →	1.00 ***	AUTO-Modus
20 C →	20.00 ***	
	362880.00 ***	$(\Gamma(20/2))$
9.6 D →	9.60 ***	
	0.02 ***	$(f(9,6))$
9.6 E →	9.60 ***	
	0.03 ***	$(P(9,6))$
15 E →	15.00 ***	
	0.22 ***	$(P(15))$
15 D →	15.00 ***	
	0.06 ***	$(f(15))$

Beispiel 2:

Berechnen Sie $f(x)$ und $P(x)$, wenn $v = 3$ und $x = 7,82$.

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck	
A →	00.0 ***	
B →	1.00 ***	AUTO-Modus
3 C →	3.00 ***	
	0.89 ***	$(\Gamma(3/2))$
7.82 D →	7.82 ***	
	0.02 ***	$(f(7,82))$
7.82 E →	7.82 ***	
	0.95 ***	$(P(7,82))$

t-Verteilung



Dieses Programm berechnet die Dichtefunktion $f(x)$ der t-Verteilung sowie die Verteilungsfunktion $P(x)$, wenn x und die Anzahl der Freiheitsgrade v gegeben ist.

Verwendete Formeln:

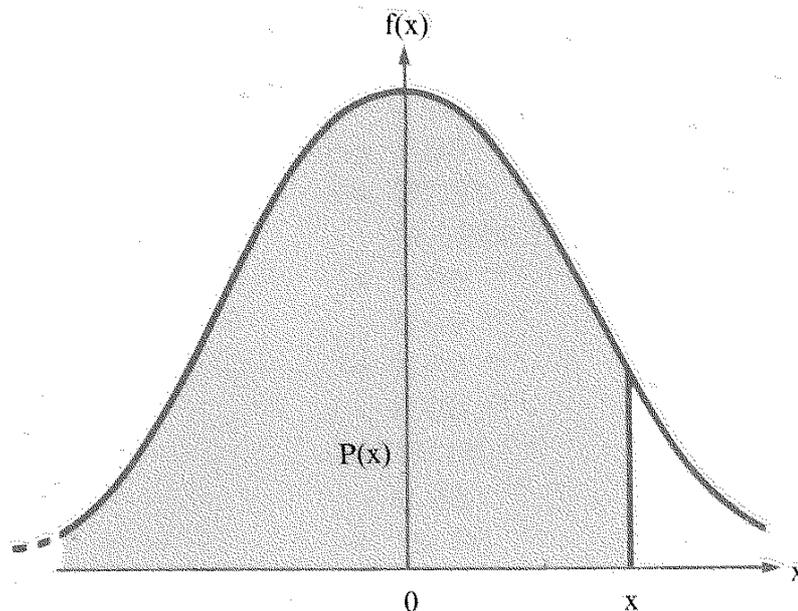
1. Dichtefunktion

$$f(x) = \frac{\Gamma\left(\frac{v+1}{2}\right)}{\sqrt{\pi v} \Gamma\left(\frac{v}{2}\right)} \left(1 + \frac{x^2}{v}\right)^{-\frac{v+1}{2}}$$

2. Verteilungsfunktion

$$P(x) = \int_{-\infty}^x f(y) dy$$

$$\text{Es sei } \theta = \tan^{-1} \left(\frac{|x|}{\sqrt{v}} \right)$$



(a) ν geradzahlig:

$$R = \sin \theta \left\{ 1 + \frac{1}{2} \cos^2 \theta + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \cos^4 \theta + \dots \right. \\ \left. + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \dots (\nu-3)}{2 \cdot 4 \cdot 6 \dots (\nu-2)} \cos^{\nu-2} \theta \right\}$$

(b) ν ungerade:

$$R = \begin{cases} \frac{2\theta}{\pi} & \text{falls } \nu = 1 \\ \frac{2\theta}{\pi} + \frac{2}{\pi} \cos \theta \left\{ \sin \theta \left[1 + \frac{2}{3} \cos^2 \theta + \dots \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{2 \cdot 4 \dots (\nu-3)}{1 \cdot 3 \dots (\nu-2)} \cos^{\nu-3} \theta \right] \right\} & \text{falls } \nu > 1 \end{cases}$$

$$\text{Es gilt: } P(x) = \begin{cases} \frac{1+R}{2} & \text{falls } x > 0 \\ \frac{1-R}{2} & \text{falls } x \leq 0 \end{cases}$$

Anmerkung:

Das Programm erfordert für $f(x)$, daß $\nu \leq 141$; anderenfalls tritt ein Rechner-Überlauf auf.

Literatur:

Abramowitz and Stegun, *Handbook of Mathematical Functions*, National Bureau of Standards, 1970.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Vorbereitungsschritt		A <input type="text"/>	0.00
3	AUTO-Modus für die automatische Ausgabe		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	der Ergebnisse einschalten*		B <input type="text"/>	1.00
4	Geben Sie die Anzahl der Freiheitsgrade ν		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	ein	ν	C <input type="text"/>	ν
5	Geben Sie x ein und berechnen Sie $f(x)$	x	D <input type="text"/>	$f(x)$
6	Geben Sie x ein und berechnen Sie $P(x)$	x	E <input type="text"/>	$P(x)$
	(i) Gehen Sie für eine neue Rechnung mit		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	der gleichen Anzahl von Freiheits-		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	graden ν nach Zeile 5 oder 6		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	(ii) Gehen Sie für eine neue Rechnung mit		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	einem neuen Wert für ν nach Zeile 2		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
	* Anmerkung: Um den AUTO-Modus wieder		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	auszuschalten, drücken Sie		CLF <input type="text"/>	
			0 <input type="text"/>	

Beispiel 1:

Berechnen Sie $f(x)$ und $P(x)$ für $x = -2,2$ und $\nu = 11$.

Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

A →	0.00 ***	
B →	1.00 ***	AUTO-Modus
11 C →	11.00 ***	(ν)
2.2 E →	2.20 ***	(x)
	0.97 ***	($P(2,2)$)
2.2 D →	2.20 ***	(x)
	0.04 ***	($f(2,2)$)

Beispiel 2:

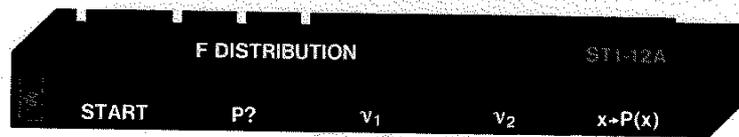
Berechnen Sie $f(x)$ und $P(x)$ für $x = -1,75$ und $v = 30$.

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

A →	0.00 ***	
B →	1.00 ***	AUTO-Modus
30 C →	30.00 ***	(v)
1.75 CHS D →	-1.75 ***	(x)
	0.09 ***	(f(-1,75))
1.75 CHS E →	-1.75 ***	(x)
	0.05 ***	(P(-1,75))

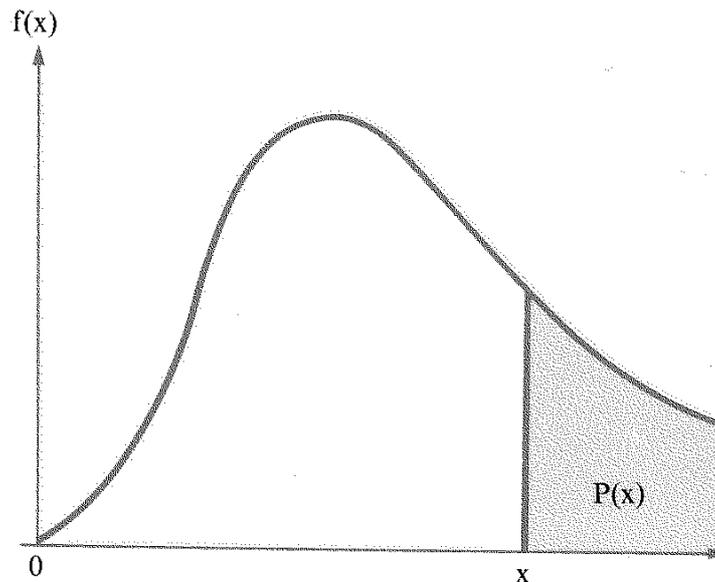
F-Verteilung



Dieses Programm berechnet das Integral der F-Verteilung

$$P(x) = \int_x^{\infty} \frac{\Gamma\left(\frac{\nu_1 + \nu_2}{2}\right) y^{\frac{\nu_1}{2} - 1} \left(\frac{\nu_1}{\nu_2}\right)^{\frac{\nu_1}{2}}}{\Gamma\left(\frac{\nu_1}{2}\right) \Gamma\left(\frac{\nu_2}{2}\right) \left(1 + \frac{\nu_1}{\nu_2} y\right)^{\frac{\nu_1 + \nu_2}{2}}} dy$$

für gegebene Werte x ($x > 0$) und gegebene Anzahl der Freiheitsgrade ν_1 und ν_2 , wobei vorausgesetzt wird, daß entweder ν_1 oder ν_2 geradzahlig ist.



Das Integral wird über die folgende Reihenentwicklung berechnet:

1. ν_1 geradzahlig:

$$P(x) = t^{\frac{\nu_2}{2}} \left[1 + \frac{\nu_2}{2}(1-t) + \dots + \frac{\nu_2(\nu_2+2) \dots (\nu_2+\nu_1-4)}{2 \cdot 4 \dots (\nu_1-2)} (1-t)^{\frac{\nu_1-2}{2}} \right]$$

2. ν_2 geradzahlig:

$$P(x) = 1 - (1 - t)^{\frac{\nu_1}{2}} \left[1 + \frac{\nu_1}{2}t + \dots + \frac{\nu_1(\nu_1 + 2) \dots (\nu_2 + \nu_1 - 4)}{2 \cdot 4 \dots (\nu_2 - 2)} t^{\frac{\nu_2 - 2}{2}} \right]$$

wobei $t = \frac{\nu_2}{\nu_2 + \nu_1 x}$

Anmerkung:

In der Regel wird die Anzahl der Freiheitsgrade des Zählers mit ν_1 und die des Nenners mit ν_2 bezeichnet.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Vorbereitungsschritt		A <input type="text"/>	0.00
3	AUTO-Modus für die automatische Ausgabe der Ergebnisse einschalten*		<input type="text"/> <input type="text"/> B <input type="text"/>	1.00
4	ν_1 eingeben	ν_1	C <input type="text"/>	ν_1
5	ν_2 eingeben	ν_2	D <input type="text"/>	ν_2
6	Geben Sie x ein und berechnen Sie P(x)	x	E <input type="text"/>	P(x)
7	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Zeile 2		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
	*Anmerkung: Um den AUTO-Modus wieder auszuschalten, drücken Sie		<input type="text"/> <input type="text"/> CLF <input type="text"/>	
			0 <input type="text"/>	

Beispiele:

1. $v_1 = 7, v_2 = 6$

$P(4,21) = 0,05$

2. $v_1 = 4, v_2 = 20$

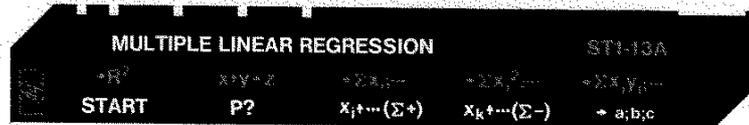
$P(2,25) = 0,10$

Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

A →	0.00 ***	
B →	1.00 ***	AUTO-MODUS
7 C →	7.00 ***	(v_1)
6 D →	6.00 ***	(v_2)
4.21 E →	4.21 ***	(x)
	0.05 ***	($P(x)$)
4 C →	4.00 ***	(v_1)
20 D →	20.00 ***	(v_2)
2.25 E →	2.25 ***	(x)
	0.10 ***	($P(x)$)

Notizen

Multiple lineare Regression



Dieses Programm paßt eine lineare Gleichung der Form

$$z = a + bx + cy$$

nach der Methode der kleinsten Quadrate an eine gegebene Datenmenge $\{(x_i, y_i, z_i), i = 1, 2, \dots, n\}$ an.

Die Regressionskoeffizienten a , b und c werden als Lösungen des folgenden Normalgleichungssystems ermittelt:

$$\begin{cases} \sum z_i = an + b \sum x_i + c \sum y_i \\ \sum x_i z_i = a \sum x_i + b \sum x_i^2 + c \sum x_i y_i \\ \sum y_i z_i = a \sum y_i + b \sum x_i y_i + c \sum y_i^2 \end{cases} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$c = \frac{A - B}{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2] - [n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)]^2}$$

$$\text{wobei } A = [n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \sum y_i z_i - (\sum y_i)(\sum z_i)]$$

$$B = [n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)][n \sum x_i z_i - (\sum x_i)(\sum z_i)]$$

$$b = \frac{[n \sum x_i z_i - (\sum x_i)(\sum z_i)] - c [n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)]}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$a = \frac{1}{n} (\sum z_i - c \sum y_i - b \sum x_i)$$

$$R^2 = \frac{a \sum z_i + b \sum x_i z_i + c \sum y_i z_i - \frac{1}{n} (\sum z_i)^2}{(\sum z_i^2) - \frac{(\sum z_i)^2}{n}}$$

Literatur:

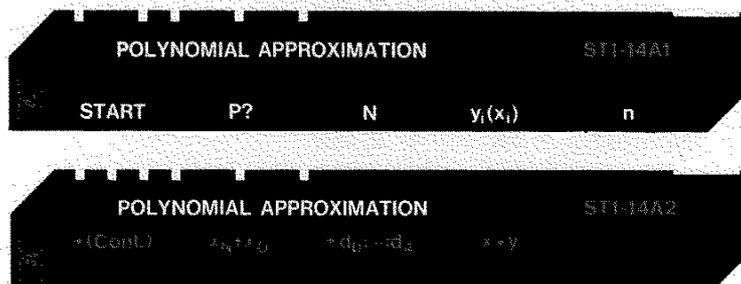
Introduction to the Theory of Statistics, Mood and Graybill, McGraw-Hill, 1963.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Vorbereitungsschritt		A <input type="text"/>	0.00
3	AUTO-Modus für die automatische Ausgabe der Ergebnisse einschalten*		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			B <input type="text"/>	1.00
4	Führen Sie die Zeilen 5–6 für $i = 1, 2, \dots, n$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Geben Sie ein x_i	x_i	<input type="text"/> <input type="text"/>	x_i
	y_i	y_i	<input type="text"/> <input type="text"/>	y_i
	z_i	z_i	C <input type="text"/>	i
6	Wenn Sie bei der Eingabe von x_k, y_k oder z_k einen Fehler gemacht haben, korrigieren Sie wie folgt:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
		x_k	<input type="text"/> <input type="text"/>	x_k
		y_k	<input type="text"/> <input type="text"/>	y_k
		z_k	D <input type="text"/>	$i-1$
7	Berechnen Sie die Regressions- koeffizienten a		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	b		E <input type="text"/>	a
	c		R/S <input type="text"/>	b
			R/S <input type="text"/>	c
8	Berechnen Sie das Quadrat des multiplen Regressionskoeffizienten R^2		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			f <input type="text"/> a <input type="text"/>	R^2
9	Berechnen Sie einen Schätzwert für z		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Geben Sie ein: x	x	<input type="text"/> <input type="text"/>	x
	y	y	f <input type="text"/> b <input type="text"/>	z
10	Wiederholen Sie Zeile 9 für verschiedene Datenpaare (x, y)		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
11	Rückruf der Summen Σx_i		f <input type="text"/> c <input type="text"/>	Σx_i
	Σy_i		R/S <input type="text"/>	Σy_i
	Σz_i		R/S <input type="text"/>	Σz_i
12	Zeigen Sie die Summen der Quadrate an		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Σx_i^2		f <input type="text"/> d <input type="text"/>	Σx_i^2
	Σy_i^2		R/S <input type="text"/>	Σy_i^2
	Σz_i^2		R/S <input type="text"/>	Σz_i^2

1.8	ENTER↑	1.6	ENTER↑	4.1	C	→	1.80 ***	
							1.60 ***	
							4.10 ***	
							3.00 ***	
2.8	ENTER↑	4.5	ENTER↑	9.4	C	→	2.80 ***	
							4.50 ***	
							9.40 ***	
							4.00 ***	
E						→	-0.10 ***	(a)
R/S						→	0.79 ***	(b)
R/S						→	1.63 ***	(c)
f	a					→	1.00 ***	(R ²)
DSP	9	PRINT X				→	0.998411259 ***	
DSP	2							
2	ENTER↑	3	f	b		→	2.00 ***	
							3.00 ***	
							6.37 ***	(z)
f	c					→	6.55 ***	($\sum x_i$)
R/S						→	9.10 ***	($\sum y_i$)
R/S						→	19.60 ***	($\sum z_i$)
f	d					→	13.53 ***	($\sum x_i^2$)
R/S						→	28.59 ***	($\sum y_i^2$)
R/S						→	125.58 ***	($\sum z_i^2$)
f	e					→	17.57 ***	($\sum x_i y_i$)
R/S						→	38.65 ***	($\sum x_i z_i$)
R/S						→	59.53 ***	($\sum y_i z_i$)

Regressionsgerade: $x = -0.10 + 0.79x + 1.63y$.
Für $x = 2$ und $y = 3$ ergibt sich $z = 6.37$.

Approximation von Funktionen durch Polynome



Angenommen, x_0, x_1, \dots, x_N sind Punkte gleichen Abstands ($x_0 < x_N$), an denen die Werte $f(x_0), f(x_1), \dots, f(x_N)$ der Funktion $f(x)$ bekannt sind.

Das Programm paßt dieser diskret gegebenen Funktion dann ein Polynom vom Grad m ($2 \leq m \leq 4$) an. Die Anpassung erfolgt nach der Kleinst-Quadrate-Methode unter Verwendung der speziellen Chebyshev-Polynome für diskrete Intervalle.

Verwendete Formeln:

$f_n(x)$ seien orthogonale Polynome ($x = 0, 1, 2, \dots, N$), so daß

$$f_0(x) = 1$$

$$f_1(x) = 1 - \frac{2x}{N} \quad \text{und}$$

$$(n+1)(N-n)f_{n+1}(x) = (2n+1)(N-2x)f_n(x) - n(N+n+1)f_{n-1}(x)$$

wobei $n = 1, 2, \dots, m-1$.

Es soll weiter gelten

$$(f_n, f_n) = \frac{(N+n+1)!(N-n)!}{(2n+1)(N!)^2}$$

$$(f, f_n) = \sum_{j=0}^n f_n(j) f(x_j)$$

und

$$a_n = \frac{(f, f_n)}{(f_n, f_n)}$$

Das Programm berechnet alle Werte von (f, f_n) für $n = 0, 1, 2, 3, 4$. Wenn der Grad m gleich 4 ist, werden alle Terme verwendet. Falls $m = 3$, wird (f, f_4) in späteren Rechnungen durch Null ersetzt; falls $m = 2$, werden sowohl (f, f_4) als auch (f, f_3) durch Null ersetzt.

$g_n(u)$ sei die symmetrische Form des orthogonalen Polynoms im Bereich $-1 < u < 1$, so daß gilt

$$g_0(u) = 1 \quad g_1(u) = u$$

und

$$g_{n+1}(u) = \frac{(2n+1)N}{(n+1)(N-n)} u g_n(u) - \frac{n(N+n+1)}{(n+1)(N-n)} g_{n-1}(u)$$

wobei $n = 1, 2, \dots, m-1$.

Das Programm berechnet die Koeffizienten des Polynoms

$$\sum_{n=0}^N a_n g_n(u) = b_0 + b_1 u + b_2 u^2 + b_3 u^3 + b_4 u^4 \quad (1)$$

Jetzt wird $g_n(u)$ wie folgt auf ein passendes Intervall zwischen x_0 und x_N verschoben

$$u = \beta + \alpha x$$

wobei

$$\alpha = -\frac{2}{x_N - x_0}$$

$$\beta = \frac{x_N + x_0}{x_N - x_0}$$

Die Transformation erfolgt in zwei Schritten. Als erstes wird $z = u - \beta$ gesetzt. Damit wird (1) zu:

$$c_0 + c_1 z + c_2 z^2 + c_3 z^3 + c_4 z^4 \quad (2)$$

wobei

$$c_0 = b_0 + b_1 \beta + b_2 \beta^2 + b_3 \beta^3 + b_4 \beta^4$$

$$c_1 = b_1 + 2b_2 \beta + 3b_3 \beta^2 + 4b_4 \beta^3$$

$$c_2 = b_2 + 3b_3 \beta + 6b_4 \beta^2$$

$$c_3 = b_3 + 4b_4 \beta$$

$$c_4 = b_4$$

Jetzt wird $z = \alpha x$ gesetzt, so daß (2) jetzt wie folgt aussieht:

$$d_0 + d_1 x + d_2 x^2 + d_3 x^3 + d_4 x^4 \quad (3)$$

wobei $d_i = \alpha^i c_i$ ($i = 0, 1, 2, 3, 4$).

(3) stellt das an die Funktion $f(x)$ angepaßte Polynom dar.

Anmerkung:Das Programm erfordert, daß $N \geq 4$.**Literatur:**Abramowitz and Stegun, *Handbook of Mathematical Functions*, National Bureau of Standards, 1970.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte 1 einlesen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Vorbereitungsschritt		A <input type="text"/>	0.00
3	AUTO-Modus für die automatische Ausgabe der Ergebnisse einschalten*		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			B <input type="text"/>	1.00
4	N eingeben**	N	C <input type="text"/>	N
5	Führen Sie Zeile 6 für $i = 0, 1, 2, \dots, N$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
6	Geben Sie $y_i(x_i)$ ein	$y_i(x_i)$	D <input type="text"/>	i
7	Geben Sie n für eine Anpassung n-ten Grades ein	n	<input type="text"/> <input type="text"/>	
			E <input type="text"/>	0.00
8	Seite 1 und 2 der Programmkarte 2 einlesen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
9	Programmausführung fortsetzen		f a	1.00
10	Geben Sie ein x_N und x_0	x_N x_0	<input type="text"/> <input type="text"/>	
			f b	
11	Berechnen Sie die Koeffizienten d_j		f c	d_0
			R/S <input type="text"/>	d_1
			R/S <input type="text"/>	d_2
			R/S <input type="text"/>	d_3
			R/S <input type="text"/>	d_4
12	Zur Berechnung eines y-Wertes (Schätzwert)	x	<input type="text"/> <input type="text"/>	
			f d	\hat{y}
13	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Zeile 1		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
	* Anmerkung: Um den AUTO-Modus wieder auszuschalten, drücken Sie		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			CLF <input type="text"/>	
			0 <input type="text"/>	
	** N = Anzahl der Daten - 1		<input type="text"/> <input type="text"/>	

Beispiel:

Passen Sie ein Polynom dritten Grades an folgende Daten an:

x	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3
f(x)	2,72	3,49	4,48	5,75	7,39	9,49	12,18	15,64	20,09

(Anmerkung: $f(x) = e^x$.)

Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

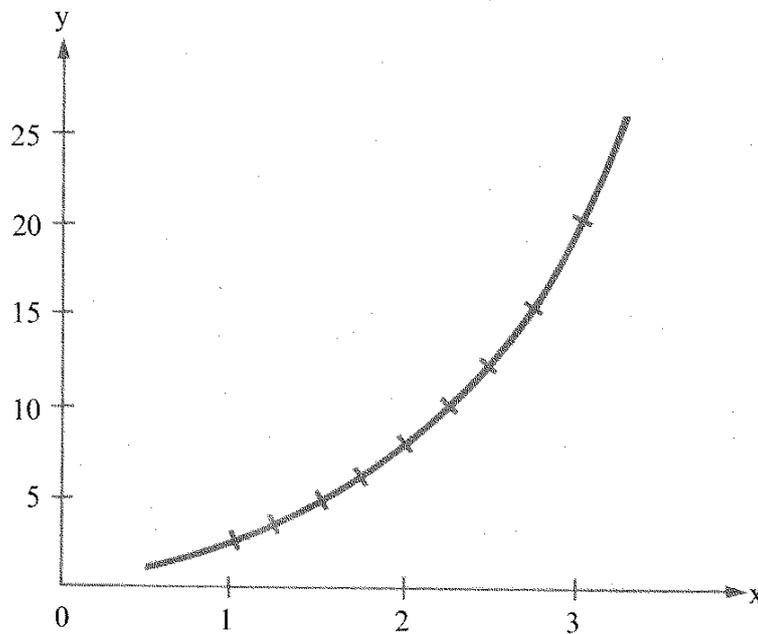
Lesen Sie Seite 1 und 2 der Programmkarte 1 ein

A	→	0.00 ***	
B	→	1.00 ***	
8 C	→	8.00 ***	(N)
2.72 D	→	2.72 ***	(x ₀)
		1.00 ***	
3.49 D	→	3.49 ***	
		2.00 ***	
4.48 D	→	4.48 ***	
		3.00 ***	
5.75 D	→	5.75 ***	
		4.00 ***	
7.39 D	→	7.39 ***	
		5.00 ***	
9.49 D	→	9.49 ***	
		6.00 ***	
12.18 D	→	12.18 ***	
		7.00 ***	
15.64 D	→	15.64 ***	
		8.00 ***	
20.09 D	→	20.09 ***	
		9.00 ***	
3 E	→	3.00 ***	(x)

Lesen Sie Seite 1 und 2 der Programmkarte 2 ein

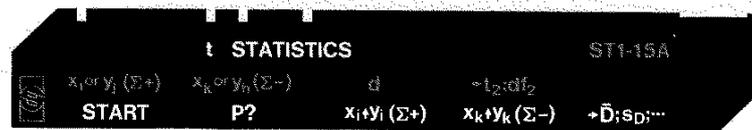
f a	→	1.00 ***	
3 ENTER 1 f b	→	3.00 ***	(x_N)
		1.00 ***	(x_0)
f c	→	-1.79 ***	(d_0)
R/S	→	7.03 ***	(d_1)
R/S	→	-3.85 ***	(d_2)
R/S	→	1.31 ***	(d_3)
R/S	→	0.00 ***	(d_4)
2 f d	→	2.00 ***	
		7.35 ***	(\hat{y})
3 f d	→	3.00 ***	
		20.06 ***	(\hat{y})
1 f d	→	1.00 ***	
		2.69 ***	(\hat{y})

Das Polynom hat die Form $-1,79 + 7,03x - 3,85x^2 + 1,31x^3$.



Notizen

t-Test

**I. t-Test (gepaarte Stichproben)**

Gegeben ist eine Menge von Beobachtungspaaren zweier normalverteilter Grundgesamtheiten mit den (unbekannten) Mittelwerten μ_1 und μ_2 .

x_i	x_1	x_2	...	x_n
y_i	y_1	y_2	...	y_n

Es sei

$$D_i = x_i - y_i$$

$$\bar{D} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i$$

$$s_D = \sqrt{\frac{\sum D_i^2 - \frac{1}{n} (\sum D_i)^2}{n-1}}$$

$$s_{\bar{D}} = \frac{s_D}{\sqrt{n}}$$

Die Testvariable

$$t = \frac{\bar{D}}{s_{\bar{D}}}$$

die $n-1$ Freiheitsgrade besitzt, kann zum Testen der Nullhypothese

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

verwendet werden.

Literatur:

Statistics in Research, B. Ostle, Iowa State University Press, 1963.

II. t-Test (unabhängige Stichproben)

Angenommen, $\{x_1, x_2, \dots, x_{n1}\}$ und $\{y_1, y_2, \dots, y_{n2}\}$ sind unabhängige Stichproben zweier normalverteilter Grundgesamtheiten mit den (unbekannten) Mittelwerten μ_1 und μ_2 und der gleichen unbekanntem Varianz σ^2 .

Wir wollen folgende Nullhypothese testen:

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = d$$

Hierzu definieren wir:

$$\bar{x} = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} x_i$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n_2} \sum_{i=1}^{n_2} y_i$$

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y} - d}{\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - n_1 \bar{x}^2 + \sum y_i^2 - n_2 \bar{y}^2}{n_1 + n_2 - 2}}}$$

Wir verwenden diese Testvariable t , die der t -Verteilung mit $n_1 + n_2 - 2$ Freiheitsgraden (df) folgt, um die Nullhypothese H_0 zu testen.

Anmerkung:

n_2 , $\sum y_i$, $\sum y_i^2$, n_1 , $\sum x_i$ und $\sum x_i^2$ stehen in den Speicherregistern R_1 bis R_6 .

Literatur:

Statistical Theory and Methodology in Science and Engineering, K. A. Brownlee, John Wiley & Sons, 1965.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Vorbereitungsschritt		A <input type="text"/>	0.00
3	AUTO-Modus für die automatische Ausgabe der Ergebnisse einschalten *		<input type="text"/> <input type="text"/> B <input type="text"/>	1.00
4	Gehen Sie für gepaarte Stichproben nach Zeile 6		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Gehen Sie für unabhängige Stichproben nach Zeile 11		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
6	Führen Sie die Zeilen 7–8 für $i = 1, 2, \dots, n$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
7	Geben Sie ein: x_i	x_i	↑ <input type="text"/>	x_i
	y_i	y_i	C <input type="text"/>	i
8	Wenn Sie bei der Eingabe von x_k, y_k einen Fehler gemacht haben, korrigieren Sie wie folgt:	x_k	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	x_k
		y_k	D <input type="text"/>	$i-1$
9	Berechnen Sie: \bar{D}		E <input type="text"/>	\bar{D}
	S_D		R/S <input type="text"/>	S_D
	Testvariable t		R/S <input type="text"/>	t
	Anzahl der Freiheitsgrade		R/S <input type="text"/>	df
10	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Zeile 2		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
11	Führen Sie die Zeilen 12–13 für $i = 1, 2, \dots, n_1$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
12	Geben Sie x_i ein	x_i	f a	i
13	Wenn Ihnen bei der Eingabe von x_k ein Fehler unterlaufen ist, korrigieren Sie wie folgt:	x_k	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> f b	$i-1$
14	Geben Sie d ein	d	f c	d
15	Führen Sie die Zeilen 16–17 für $j = 1, 2, \dots, n_2$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
16	Geben Sie y_j ein	y_j	f a	j
17	Wenn Ihnen bei der Eingabe von y_k ein Fehler unterlaufen ist, korrigieren Sie wie folgt:	y_k	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> f b	$i-1$

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
18	Berechnen Sie t		f d	t
	df		R/S	df
19	Wenn Sie einen anderen Wert für d			
	berücksichtigen wollen, geben Sie d ein;	d	f b	d
	berechnen Sie t		f d	t
	df		R/S	df
20	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach			
	Zeile 2			
	* Anmerkung: Um den AUTO-Modus wieder			
	auszuschalten, drücken Sie		CLF	
			0	

Beispiel 1:

x_i	14	17,5	17	17,5	15,4
-------	----	------	----	------	------

y_i	17	20,7	21,6	20,9	17,2
-------	----	------	------	------	------

$$\bar{D} = -3,20$$

$$s_D = 1,00$$

$$t = -7,16$$

$$df = 4,00$$

Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

A → 0.00 ***

B → 1.00 ***

AUTO-Modus

14 **ENTER** 17 **C** → 14.00 ***

17.00 ***

1.00 ***

17 **ENTER** 15 **C** → 17.00 ***

15.00 ***

(Fehler)

2.00 ***

17 **ENTER** 15 **D** → 17.00 ***

15.00 ***

(Berichtigung)

1.00 ***

17.5 **ENTER** 20.7 **C** → 17.50 ***

20.70 ***

2.00 ***

17	ENTER ↑	21.6	C	→	17.00 ***	
					21.60 ***	
					3.00 ***	
17.5	ENTER ↑	20.9	C	→	17.50 ***	
					20.90 ***	
					4.00 ***	
15.4	ENTER ↑	17.2	C	→	15.40 ***	
					17.20 ***	
					5.00 ***	
E				→	-3.20 ***	(\bar{D})
R/S				→	1.00 ***	(s_D)
R/S				→	-7.16 ***	(t_1)
R/S				→	4.00 ***	(df_1)

Beispiel 2:

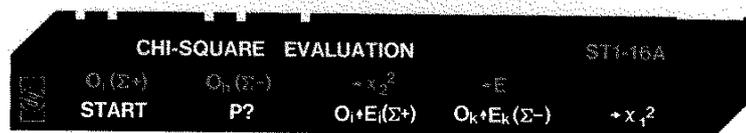
x: 79, 84, 108, 114, 120, 103, 122, 120
 y: 91, 103, 90, 113, 108, 87, 100, 80, 99, 54
 $n_1 = 8$
 $n_2 = 10$

Für $d = 0$ (d. h. $H_0: \mu_1 = \mu_2$) ergibt sich $t = 1,73$ und $df = 16,00$.

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck	
A	→ 0.00 ***	
B	→ 1.00 ***	AUTO-Modus
79 f a	→ 79.00 ***	
	1.00 ***	
84 f a	→ 84.00 ***	
	2.00 ***	
99 f a	→ 99.00 ***	(Fehler)
	3.00 ***	
99 f b	→ 99.00 ***	(Berichtigung)
	2.00 ***	
108 f a	→ 108.00 ***	
	3.00 ***	
114 f a	→ 114.00 ***	
	4.00 ***	
120 f a	→ 120.00 ***	
	5.00 ***	
103 f a	→ 103.00 ***	
	6.00 ***	
122 f a	→ 122.00 ***	
	7.00 ***	
120 f a	→ 120.00 ***	
	8.00 ***	

0	f	c	→	0.00 ***	(d)
91	f	a	→	91.00 ***	
				1.00 ***	
103	f	a	→	103.00 ***	
				2.00 ***	
90	f	a	→	90.00 ***	
				3.00 ***	
113	f	a	→	113.00 ***	
				4.00 ***	
108	f	a	→	108.00 ***	
				5.00 ***	
87	f	a	→	87.00 ***	
				6.00 ***	
100	f	a	→	100.00 ***	
				7.00 ***	
80	f	a	→	80.00 ***	
				8.00 ***	
99	f	a	→	99.00 ***	
				9.00 ***	
54	f	a	→	54.00 ***	
				10.00 ***	
	f	d	→	1.73 ***	(t)
	R/S		→	16.00 ***	(df)

Chi-Quadrat-Test



Dieses Programm ermittelt den Wert der χ^2 -Testvariablen als Maß für die Güte der Anpassung nach folgender Gleichung:

$$\chi_1^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

wobei: O_i = beobachtete (absolute) Häufigkeit
 E_i = erwartete (theoretische) Häufigkeit

Die χ^2 -Testvariable liefert eine Aussage über das Maß der Übereinstimmung zwischen den absoluten und theoretischen Häufigkeiten.

Wenn die Erwartungswerte alle gleich sind

$$\left(E = E_i = \frac{\sum O_i}{n} \text{ für alle } i \right)$$

dann gilt:

$$\chi_2^2 = \frac{n \sum O_i^2}{\sum O_i} - \sum O_i$$

Anmerkung:

Um den Test für die Güte der Anpassung auf gegebene Beobachtungsdaten anwenden zu können, wird es mitunter nötig sein, einige Klassen zusammenzufassen, um sicherzustellen, daß jede einzelne erwartete Häufigkeit nicht zu klein (nicht kleiner als 5) ist.

Literatur:

Mathematical Statistics, J. E. Freund, Prentice Hall, 1962.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Vorbereitungsschritt		A <input type="text"/>	0.00
3	AUTO-Modus für die automatische Ausgabe der Ergebnisse einschalten*		<input type="text"/> <input type="text"/> B <input type="text"/>	1.00
4	Gehen Sie für gleiche Erwartungswerte nach Zeile 10		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Führen Sie die Zeilen 6–7 für $i = 1, 2, \dots, n$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
6	Geben Sie ein: O_i	O_i	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	O_i
	E_i	E_i	C <input type="text"/>	i
7	Wenn Sie bei der Eingabe von O_k bzw. E_k einen Fehler gemacht haben, korrigieren Sie wie folgt:	O_k	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	O_k
		E_k	D <input type="text"/>	$i-1$
8	Berechnen Sie χ_1^2		E <input type="text"/>	χ_1^2
9	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Zeile 2		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
10	Führen Sie für gleiche Erwartungswerte die Zeilen 11–12 für $i = 1, 2, \dots, n$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
11	Geben Sie O_i ein	O_i	f a	i
12	Wenn Ihnen bei der Eingabe von O_k ein Fehler unterlaufen ist, korrigieren Sie wie folgt:	O_k	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> f b	$i-1$
13	Berechnen Sie χ_2^2		f c	χ_2^2
	E		f d	E
14	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Zeile 2		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
	* Anmerkung: Um den AUTO-Modus wieder auszuschalten, drücken Sie		<input type="text"/> <input type="text"/> CLF <input type="text"/>	
			0 <input type="text"/>	

Beispiel 1:

Berechnen Sie χ^2 als Maß für die Güte der Anpassung für folgende Daten:

O_i	8	50	47	56	5	14
E_i	9,6	46,75	51,85	54,4	8,25	9,15

$$\chi^2 = 4,84$$

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck	
A →	0.00 ***	
B →	1.00 ***	AUTO-Modus
8 ENTER 9.6 C →	8.00 *** 9.60 *** 1.00 ***	
50 ENTER 46.75 C →	50.00 *** 46.75 *** 2.00 ***	
47 ENTER 51.85 C →	47.00 *** 51.85 *** 3.00 ***	
56 ENTER 54.4 C →	56.00 *** 54.40 *** 4.00 ***	
5 ENTER 8.25 C →	5.00 *** 8.25 *** 5.00 ***	
100 ENTER 100 C →	100.00 *** 100.00 *** 6.00 ***	(Fehler)
100 ENTER 100 D →	100.00 *** 100.00 *** 5.00 ***	(Berichtigung)
14 ENTER 9.15 C →	14.00 *** 9.15 *** 6.00 ***	
E →	4.84 ***	(χ^2)

Beispiel 2:

In der folgenden Tabelle stehen die Häufigkeiten, mit der bei 120-maligem Würfeln die Augenzahlen 1 bis 6 auftraten (beobachtete Häufigkeiten). Geht man von der Erwartung gleicher (theoretischer) Häufigkeiten aus, also $E = 20$, so kann man mit Hilfe der Chi-Quadrat-Testvariablen χ^2 die Qualität des Würfels prüfen.

Augenzahl	1	2	3	4	5	6
Häufigkeit O_i	25	17	15	23	24	16

$\chi^2 = 5,00$

$E = 20,00$

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

A →	0.00 ***	
B →	1.00 ***	AUTO-Modus
25 f a →	25.00 ***	
	1.00 ***	
17 f a →	17.00 ***	
	2.00 ***	
19 f a →	19.00 ***	(Fehler)
	3.00 ***	
19 f b →	19.00 ***	(Berichtigung)
	2.00 ***	
15 f a →	15.00 ***	
	3.00 ***	
23 f a →	23.00 ***	
	4.00 ***	
24 f a →	24.00 ***	
	5.00 ***	
16 f a →	16.00 ***	
	6.00 ***	
f c →	5.00 ***	(χ^2)
f d →	20.00 ***	(E)

Kontingenztafel (Unabhängigkeitstest)

CONTINGENCY TABLE				ST1-17A
START	2xk: $x_{ij} \rightarrow (C_j)$	$x_{i1} \rightarrow (\Sigma^-)$	$\rightarrow x^2; C_c$	$\rightarrow R_1; R_2; \dots$

I. $2 \times k$ -Kontingenztafel

Mit Hilfe von Kontingenztafeln testet man die Nullhypothese auf die Unabhängigkeit zweier Variablen.

i \ j	1	2	...	k	Summen
1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1k}	R_1
2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2k}	R_2
Summen	C_1	C_2	...	C_k	T

Testgröße:

$$\chi^2 = \frac{T}{R_1} \sum_{i=1}^k \frac{x_{1i}^2}{C_i} + \frac{T}{R_2} \sum_{i=1}^k \frac{x_{2i}^2}{C_i} - T$$

Anzahl der Freiheitsgrade = $df = k - 1$.

Der Kontingenz-Koeffizient C_c von Pearson mißt den Grad der Abhängigkeit zwischen den beiden Variablen.

$$C_c = \sqrt{\frac{\chi^2}{T + \chi^2}}$$

II. $3 \times k$ -Kontingenztafel

Kontingenztafeln werden zum Testen der Nullhypothese verwendet, daß zwei Variable voneinander unabhängig sind.

i \ j	1	2	...	k	Summen
1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1k}	R_1
2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2k}	R_2
3	x_{31}	x_{32}	...	x_{3k}	R_3
Summen	C_1	C_2	...	C_k	T

Das Programm berechnet die χ^2 -Testgröße (mit $2(k - 1)$ Freiheitsgraden), um die Unabhängigkeit der beiden Variablen zu prüfen. Außerdem wird der Kontingenz-Koeffizient C_c von Pearson berechnet, der den Grad der Abhängigkeit zwischen den beiden Variablen mißt.

Verwendete Formeln:

$$\text{Zeilensumme} \quad R_i = \sum_{j=1}^k x_{ij} \quad i = 1, 2, 3$$

$$\text{Spaltensumme} \quad C_j = \sum_{i=1}^3 x_{ij} \quad j = 1, 2, \dots, k$$

$$\text{Gesamtsumme} \quad T = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^k x_{ij}$$

$$\begin{aligned} \text{Chi-Quadrat Testgröße} \quad \chi^2 &= \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^k \frac{(x_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \\ &= T \left(\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^k \frac{x_{ij}^2}{R_i C_j} \right) - T \end{aligned}$$

$$\text{mit der erwarteten Häufigkeit} \quad E_{ij} = \frac{R_i C_j}{T}$$

$$\text{Kontingenz-Koeffizient} \quad C_c = \sqrt{\frac{\chi^2}{T + \chi^2}}$$

Literatur:

B. Ostle, *Statistics in Research*, Iowa State University Press, 1972.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Vorbereitungsschritt		A <input type="text"/>	0.00
3	AUTO-Modus für die automatische Ausgabe der Ergebnisse einschalten*		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			f a	1.00
4	Gehen Sie für $2 \times k$ nach Zeile 5 oder für $3 \times k$ nach Zeile 11		<input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Führen Sie die Zeilen 6–7 für $j = 1, 2, \dots, k$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
6	Geben Sie ein x_{1j}	x_{1j}	↑ <input type="text"/>	x_{1j}
	x_{2j}	x_{2j}	B <input type="text"/>	j
	<i>Auf Wunsch:</i> Berechnen Sie die Spalten- summe C_j		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			R/S <input type="text"/>	C_j
7	Wenn Ihnen bei der Eingabe von x_{1k} bzw. x_{2k} ein Fehler unterlaufen ist, korrigieren Sie wie folgt:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
		x_{1k}	↑ <input type="text"/>	x_{1k}
		x_{2k}	C <input type="text"/>	$i-1$
	<i>Auf Wunsch:</i> Berechnen Sie die Spalten- summe C_k (Berichtigung)		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			R/S <input type="text"/>	C_k
8	Berechnen Sie χ^2		D <input type="text"/>	χ^2
	C_c		R/S <input type="text"/>	C_c
9	Berechnen Sie Zeilensumme R_1		E <input type="text"/>	R_1
	R_2		R/S <input type="text"/>	R_2
	Gesamtsumme T		R/S <input type="text"/>	T
10	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Zeile 2		<input type="text"/> <input type="text"/>	
11	Führen Sie die Zeilen 12–13 für $j = 1, 2, \dots, k$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
12	Geben Sie ein x_{1j}	x_{1j}	↑ <input type="text"/>	x_{1j}
	x_{2j}	x_{2j}	↑ <input type="text"/>	x_{2j}
	x_{3j}	x_{3j}	f b	j
	<i>Auf Wunsch:</i> Berechnen Sie die Spalten- summe C_j		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			R/S <input type="text"/>	C_j

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
13	Wenn Sie bei der Eingabe von x_{1k} oder		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	x_{2k} einen Fehler gemacht haben, können Sie		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	wie folgt korrigieren:	x_{1k}	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	x_{1k}
		x_{2k}	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	x_{2k}
		x_{3k}	<input type="text"/> f <input type="text"/> c	$j-1$
	<i>Auf Wunsch:</i> Berechnen Sie die Spalten-		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	summe C_k		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	$-C_k$
14	Berechnen Sie χ^2		<input type="text"/> f <input type="text"/> d	χ^2
	C_c		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	C_c
15	Berechnen Sie Zeilensummen R_1		<input type="text"/> f <input type="text"/> e	R_1
	R_2		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	R_2
	R_3		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	R_3
	Gesamtsumme T		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	T
16	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Zeile 2		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
	* Anmerkung: Um den AUTO-Modus wieder		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	auszuschalten, drücken Sie		<input type="text"/> CLF <input type="text"/>	
			<input type="text"/> 0 <input type="text"/>	

Beispiel 1:

Im Rahmen einer Erhebung wurden 250 Männer und 250 Frauen daraufhin befragt, ob sie gerne einen Fernsehempfänger besitzen möchten. Dabei erhielt man die nachfolgenden Daten. Prüfen Sie das Ergebnis der Umfrage; verwenden Sie dazu das vorliegende Programm.

Ergebnis der Umfrage	Männer	Frauen	Summe
Möchten einen Fernseher besitzen	80	120	200
Möchten keinen Fernseher besitzen	170	130	300
Summe	250	250	

Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

A → 0.00 ***

f a → 1.00 ***

AUTO-Modus

80 **ENTER** 170 **B** → 80.00 ***

170.00 ***

1.00 ***

120 **ENTER↑** 130 **B** → 120.00 ***
 130.00 ***
 2.00 ***
D → 13.33 *** (χ^2)

$\chi^2 = 13,33 > \chi^2_{0,99(1)} = 6,63.$

Die Hypothese, daß der Wunsch nach einem eigenen Fernsehgerät vom Geschlecht unabhängig ist, muß demnach verworfen werden.

Beispiel 2:

Berechnen Sie zu den folgenden Daten den Wert der Testgröße χ^2 und den Kontingenz-Koeffizienten C_c .

	1	2	3
A	2	5	4
B	3	8	7

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck	
A →	0.00 ***	
f a →	1.00 ***	AUTO-Modus
2 ENTER↑ 3 B →	2.00 ***	
	3.00 ***	
	1.00 ***	
R/S →	5.00 ***	(C_1)
5 ENTER↑ 8 B →	5.00 ***	
	8.00 ***	
	2.00 ***	
R/S →	13.00 ***	(C_2)
6 ENTER↑ 9 B →	6.00 ***	(Fehler)
	9.00 ***	
	3.00 ***	
R/S →	15.00 ***	(C_3)
6 ENTER↑ 9 C →	6.00 ***	(Berichtigung)
	9.00 ***	
	2.00 ***	
R/S →	-15.00 ***	(- C_3)
4 ENTER↑ 7 B →	4.00 ***	
	7.00 ***	
	3.00 ***	
R/S →	11.00 ***	(C_3)
D →	0.02 ***	(χ^2)
R/S →	0.03 ***	(C_c)
E →	11.00 ***	(R_1)
R/S →	18.00 ***	(R_2)
R/S →	29.00 ***	(T)

Beispiel 3:

Gegeben sind die folgenden Daten; berechnen Sie χ^2 und den Kontingenz-Koeffizienten C_c .

i \ j	1	2	3	4
1	36	67	49	58
2	31	60	49	54
3	58	87	80	68

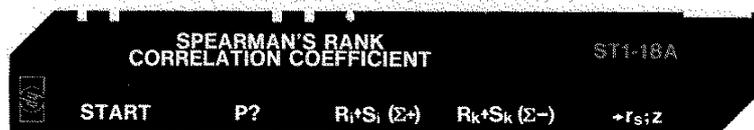
Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

A →	0.00	
f a →	1.00	
36 ENTER 31 ENTER 58 f b →	36.00 ***	
	31.00 ***	
	58.00 ***	
	1.00 ***	
R/S →	125.00 ***	(C ₁)
67 ENTER 60 ENTER 87 f b →	67.00 ***	
	60.00 ***	
	87.00 ***	
	2.00 ***	
R/S →	214.00 ***	(C ₂)
4 ENTER 49 ENTER 80 f b →	4.00 ***	(Fehler)
	49.00 ***	
	80.00 ***	
	3.00 ***	
R/S →	133.00 ***	(C ₃)
4 ENTER 49 ENTER 80 f c →	4.00 ***	(Berichtigung)
	49.00 ***	
	80.00 ***	
	2.00 ***	
R/S →	-133.00 ***	(-C ₃)
49 ENTER 49 ENTER 80 f b →	49.00 ***	
	49.00 ***	
	80.00 ***	
	3.00 ***	
R/S →	178.00 ***	(C ₃)
58 ENTER 54 ENTER 68 f b →	58.00 ***	
	54.00 ***	
	68.00 ***	
	4.00 ***	
R/S →	180.00 ***	(C ₄)
f d →	3.36 ***	(χ^2)
R/S →	0.07 ***	(C _c)
f e →	210.00 ***	(R ₁)

R/S	→	194.00 ***	(R₂)
R/S	→	293.00 ***	(R₃)
R/S	→	697.00 ***	(T)

Notizen

Spearman'scher Rangkorrelationskoeffizient



Der Spearman'sche Rangkorrelationskoeffizient ist unter folgenden Umständen ein Maß für die Rangkorrelation: n Individuen werden bezüglich spezieller Merkmale von zwei Beobachtern in Klassen von 1 bis n eingeordnet. Hierbei ist von Interesse, ob die beiden Einteilungen in Ränge im wesentlichen übereinstimmen.

Der Spearman'sche Rangkorrelationskoeffizient ist wie folgt definiert:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n D_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

wobei n = Anzahl der Datenpaare (x_i, y_i)

D_i = Differenz der entsprechenden Rangnummern eines Paares (ordinale Messung)

$D_i = \text{Rang}(x_i) - \text{Rang}(y_i) = R_i - S_i$

Sind die Zufallsvariablen X und Y , von denen die n beobachteten Paare stammen, unabhängig, dann hat r_s den Mittelwert 0 und die Varianz $1/(n-1)$.

Für den Test der Nullhypothese

H_0 : X und Y sind unabhängig

gilt $z = r_s \sqrt{n-1}$

z stellt eine näherungsweise standardisiert normalverteilte Variable dar (soweit n ausreichend groß, etwa $n \geq 10$).

Wird die Nullhypothese auf Unabhängigkeit nicht verworfen, können wir folgern, daß der Korrelationskoeffizient der Grundgesamtheit $\rho(x, y) = 0$ ist.

Aus der Abhängigkeit der Variablen folgt allerdings nicht notwendigerweise, daß $\rho(x, y) \neq 0$.

Anmerkung:

$-1 \leq r_s \leq 1$, wobei $r_s = 1$ die exakte Übereinstimmung der Rangordnung anzeigt; $r_s = -1$ für die exakte Übereinstimmung bei gegenläufiger Rangordnung.

Literatur:

Nonparametric Statistical Inference, J. D. Gibbons, McGraw Hill, 1971.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 der Programmkarte einlesen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Vorbereitungsschritt		A <input type="text"/>	0.00
3	AUTO-Modus für die automatische Ausgabe der Ergebnisse einschalten*		<input type="text"/> <input type="text"/> B <input type="text"/>	1.00
4	Führen Sie die Zeilen 5–6 für $i=1, 2, \dots, n$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Geben Sie ein: R_i	R_i	\uparrow <input type="text"/>	R_i
	S_i	S_i	C <input type="text"/>	i
6	Wenn Sie bei der Eingabe von R_k oder S_k einen Fehler gemacht haben, korrigieren Sie wie folgt:	R_k S_k	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> \uparrow <input type="text"/> D <input type="text"/>	R_k $i-1$
7	Berechnen Sie: r_s		E <input type="text"/>	r_s
	z		R/S <input type="text"/>	z
8	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Zeile 2		<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
	* Anmerkung: Um den AUTO-Modus wieder auszuschalten, drücken Sie		<input type="text"/> <input type="text"/> CLF <input type="text"/>	
			0 <input type="text"/>	

Beispiel:

Die folgenden Punktzahlen sind die Ergebnisse von zwei Tests in einer Gruppe von Studenten. Berechnen Sie r_s und z .

Student	x_i Mathematik- Note	y_i Statistik- Note	R_i Rang von x_i	S_i Rang von y_i
1	82	81	6	7
2	67	75	14	11
3	91	85	3	4
4	98	90	1	2
5	74	80	11	8
6	52	60	15	15
7	86	94	4	1
8	95	78	2	9
9	79	83	9	6
10	78	76	10	10
11	84	84	5	5
12	80	69	8	13
13	69	72	13	12
14	81	88	7	3
15	73	61	12	14

Drücken Sie**Anzeige/Ausdruck**

A →	0.00 ***	
B →	1.00 ***	AUTO-Modus
6 ENTER 7 C →	6.00 ***	
	7.00 ***	
	1.00 ***	
14 ENTER 11 C →	14.00 ***	
	11.00 ***	
	2.00 ***	
3 ENTER 4 C →	3.00 ***	
	4.00 ***	
	3.00 ***	
1 ENTER 2 C →	1.00 ***	
	2.00 ***	
	4.00 ***	
11 ENTER 8 C →	11.00 ***	
	8.00 ***	
	5.00 ***	
5 ENTER 5 C →	5.00 ***	(Fehler)
	5.00 ***	
	6.00 ***	

5	ENTER↑	5	D	→	5.00 ***	(Berichtigung)
					5.00 ***	
					5.00 ***	
15	ENTER↑	15	C	→	15.00 ***	
					15.00 ***	
					6.00 ***	
4	ENTER↑	1	C	→	4.00 ***	
					1.00 ***	
					7.00 ***	
2	ENTER↑	9	C	→	2.00 ***	
					9.00 ***	
					8.00 ***	
9	ENTER↑	6	C	→	9.00 ***	
					6.00 ***	
					9.00 ***	
10	ENTER↑	10	C	→	10.00 ***	
					10.00 ***	
					10.00 ***	
5	ENTER↑	5	C	→	5.00 ***	
					5.00 ***	
					11.00 ***	
8	ENTER↑	13	C	→	8.00 ***	
					13.00 ***	
					12.00 ***	
13	ENTER↑	12	C	→	13.00 ***	
					12.00 ***	
					13.00 ***	
7	ENTER↑	3	C	→	7.00 ***	
					3.00 ***	
					14.00 ***	
12	ENTER↑	14	C	→	12.00 ***	
					14.00 ***	
					15.00 ***	
E				→	0.76 ***	(r _s)
R/S				→	2.85 **	(z)

Statistische Qualitätskontrolle mit Kontrollkarten



Bei der Qualitätskontrolle finden häufig Kontrollkarten Verwendung, die das Einhalten von Sollwerten überwachen helfen. Die Verwendung solcher Karten erleichtert das Erkennen und Abstellen von Produktionsabweichungen, die durch erklärbbare Ursachen bedingt werden. Auf diese Weise läßt sich der Ausschuß und die Notwendigkeit der Nachbearbeitung von Teilen klein halten, d. h., die Produktionsqualität wird verbessert und der Aufwand für die Endkontrolle verringert.

Die \bar{x} - und R-Karte sind zwei häufig verwendete Hilfsmittel; sie be-fassen sich mit Meßdaten.

Angenommen, x_{ij} ist der j-te Datenpunkt der i-ten Stichprobe, $i = 1, 2, \dots, m$ und $j = 1, 2, \dots, n$. Dieses Programm berechnet (1) den Stichprobenmittelwert \bar{x}_i und die Stichproben-Spannweite R_i , (2) den Gesamt-Mittelwert $\bar{\bar{x}}$ und die Gesamt-Spannweite \bar{R} , (3) die obere Kontrollgrenze $U_{\bar{x}}$ und die untere Kontrollgrenze $L_{\bar{x}}$ für \bar{x} und (4) die obere Kontrollgrenze U_R und die untere Kontrollgrenze L_R für R.

Verwendete Formeln:

$$1. \quad \bar{x}_i = \sum_{j=1}^n x_{ij}/n$$

$$R_i = x_{\max} - x_{\min}$$

wobei x_{\max} und x_{\min} das Maximum und Minimum des x-Wertes in der i-ten Stichprobe sind.

$$2. \quad \bar{\bar{x}} = \sum_{i=1}^m \bar{x}_i/m$$

$$\bar{R} = \sum_{i=1}^m R_i/m$$

$$3. \quad L_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R}$$

$$U_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R}$$

wobei A_2 der Faktor der \bar{x} -Karte ist, der in der nachfolgenden Tabelle zu finden ist.

$$4. L_R = D_3 \bar{R}$$

$$U_R = D_4 \bar{R}$$

D_3 und D_4 sind Faktoren für die R-Karte, die ebenfalls in der Tabelle aufgeführt sind.

Stichproben- umfang n	Faktoren für \bar{x} -Karte A_2	Faktoren für R-Karte	
		Untere Grenze D_3	Obere Grenze D_4
2	1,88	0	3,27
3	1,02	0	2,57
4	0,73	0	2,28
5	0,58	0	2,11
6	0,48	0	2,00
7	0,42	0,08	1,92
8	0,37	0,14	1,86
9	0,34	0,18	1,82
10	0,31	0,22	1,78
11	0,29	0,26	1,74
12	0,27	0,28	1,72
13	0,25	0,31	1,69
14	0,24	0,33	1,67
15	0,22	0,35	1,65
16	0,21	0,36	1,64
17	0,20	0,38	1,62
18	0,19	0,39	1,61
19	0,19	0,40	1,60
20	0,18	0,41	1,59

Alle Faktoren basieren auf der Normalverteilung

Die Tabelle wurde mit Genehmigung der McGraw-Hill Book Company aus *Statistical Quality Control*, by Grand and Leavenworth, 1972, entnommen.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Vorbereitungsschritt		A <input type="text"/>	0.00
3	AUTO-Modus für die automatische Ausgabe der Ergebnisse einschalten*		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			B <input type="text"/>	1.00
4	Führen Sie die Zeilen 5–9 für $i = 1, 2, \dots, m$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Führen Sie die Zeilen 6–7 für $j = 1, 2, \dots, n$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
6	x_{ij} eingeben	x_{ij}	C <input type="text"/>	j
7	Wenn Sie bei der Eingabe von x_{ik} einen Fehler gemacht haben, korrigieren Sie wie folgt**:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
		x_{ik}	D <input type="text"/>	$j-1$
8	Berechnen Sie: x_{\max}		E <input type="text"/>	x_{\max}
	x_{\min}		E <input type="text"/>	x_{\min}
9	Berechnen Sie: Mittelwert \bar{x}_i		f a	\bar{x}_i
	Spannweite R_i		f a	R_i
10	Berechnen Sie: \bar{x}		f b	\bar{x}
	\bar{R}		f b	\bar{R}
11	Berechnen Sie die \bar{x} Grenzen: obere Grenze	A_2	f c	$L_{\bar{x}}$
	untere Grenze		f c	$U_{\bar{x}}$
12	Berechnen Sie L_R	D_3	f d	L_R
13	Berechnen Sie U_R	D_4	f e	U_R
14	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Zeile 2		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
	* Anmerkung: Um den AUTO-Modus wieder auszuschalten, drücken Sie		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			1 <input type="text"/>	
			STO <input type="text"/>	
			E <input type="text"/>	
	** Anmerkung: Wenn Sie mehrere auf- einanderfolgende Werte x_{ik} fehlerhaft einge- geben haben, ist von Zeile 2 an erneut zu beginnen.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	

Beispiel:

Berechnen Sie zu den nachfolgenden Daten die oberen und unteren Kontrollgrenzen für \bar{x} und R.

	i \ j	1	2	3	4	5
Stichprobe	1	10,04	10,00	10,02	10,01	10,02
	2	10,00	10,01	10,03	10,02	10,01
	3	10,02	10,02	10,02	10,04	10,01

(Anmerkung: $n = 5$, $A_2 = 0,58$, $D_3 = 0$, $D_4 = 2,11$.)

Drücken Sie

Anzeige/Ausdruck

- A** → 0.00 ***
- B** → 1.00 ***
- 10.04 **C** → 10.04 ***
- 10 **C** → 1.00 ***
- 10.02 **C** → 10.02 ***
- 11.11 **C** → 11.11 ***
- 11.11 **D** → 11.11 ***
- 10.01 **C** → 10.01 ***
- 10.02 **C** → 10.02 ***
- E** → 10.04 ***
- E** → 10.00 ***
- f** **a** → 10.02 ***
- f** **a** → 0.04 ***
- 10 **C** → 10.00 ***
- 10.01 **C** → 10.01 ***
- 10.03 **C** → 10.03 ***
- 10.02 **C** → 10.02 ***
- 10.01 **C** → 10.01 ***

AUTO-Modus

(Fehler)

(Berichtigung)

($X_1 \max$)

($X_1 \min$)

(\bar{X}_1)

(R_1)

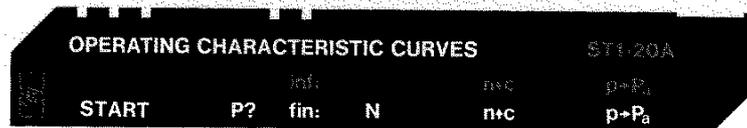
E →	10.03 ***	($X_{2 \max}$)
E →	10.00 ***	($X_{2 \min}$)
f a →	10.01 ***	(\bar{X}_2)
f a →	0.03 ***	(R_2)
10.02 c →	10.02 ***	
	1.00 ***	
10.02 c →	10.02 ***	
	2.00 ***	
10.04 c →	10.04 ***	(Fehler)
	3.00 ***	
10.04 D →	10.04 ***	(Berichtigung)
	2.00 ***	
10.02 c →	10.02 ***	
	3.00 ***	
10.04 c →	10.04 ***	
	4.00 ***	
10.01 c →	10.01 ***	
	5.00 ***	
E →	10.04 ***	($X_{3 \max}$)
E →	10.01 ***	($X_{3 \min}$)
f a →	10.02 ***	(\bar{X}_3)
f a →	0.03 ***	(R_3)
f b →	10.02 ***	(\bar{X})
f b →	0.03 ***	(R)
0.58 f c →	10.00 ***	($L_{\bar{X}}$)
f c →	10.04 ***	($U_{\bar{X}}$)
0 f d →	0.00 ***	(L_R)
2.11 f d →	0.07 ***	(U_R)

Literatur:

Grant and Leavenworth, *Statistical Quality Control*, McGraw-Hill, 1972.

Notizen

Operations-Charakteristik



Dieses Programm berechnet die Annahmewahrscheinlichkeit P_a für eine einzelne Stichprobe mit endlicher oder unendlicher Herstellungslosgröße.

Verwendete Formeln:

1. Endliche Losgröße

Die Wahrscheinlichkeit P_a wird mit Hilfe der hypergeometrischen Verteilung berechnet. Die Losgröße N , der Stichprobenumfang n und die Annahmegröße c (maximal erlaubte Anzahl von fehlerhaften Elementen in der Stichprobe) müssen gegeben sein. Die Wahrscheinlichkeit P_a , dies ist die Ordinate der Annahmekennlinie vom Typ A, kann für verschiedene Werte p des Ausschußanteils an der Partie berechnet werden.

$$P_a = \sum_{x=0}^c f(x)$$

$$f(x) = \frac{\binom{M}{x} \binom{N-M}{n-x}}{\binom{N}{n}}$$

wobei $f(x)$ die Dichtefunktion der hypergeometrischen Verteilung ist; M bezeichnet die Anzahl fehlerhafter Teile in einem Los, die als ganzzahliger Teil von Np berechnet wird.

Mit Hilfe der Rekursionsformel

$$f(x+1) = \frac{(x-M)(x-n)}{(x+1)(N-M-n+x+1)} f(x)$$

$$(x = 0, 1, 2, \dots, n-1)$$

wird die Wahrscheinlichkeit $P_a = \sum_{x=0}^c f(x)$

$$\text{mit dem Anfangswert } f(0) = \frac{\binom{N-M}{n}}{\binom{N}{n}}$$

berechnet. Der Binomialkoeffizient $\binom{N}{n}$ wird nach folgender Formel berechnet:

$$\binom{N}{n} = \frac{N(N-1) \dots (N-n+1)}{1 \times 2 \times \dots \times n}$$

2. Unendliche Losgröße

Hier berechnet sich die Wahrscheinlichkeit P_a mit Hilfe der Binomialverteilung. Der Stichprobenumfang n und die Annahmegröße c sind vorzugeben. Die Wahrscheinlichkeit P_a , dies ist die Ordinate der Annahmekennlinie vom Typ B, kann für verschiedene Werte p des Ausschußanteils an der Partie berechnet werden.

$$P_a = \sum_{x=0}^c f(x)$$

$$f(x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}$$

wobei $0 \leq p < 1$.

Die Rekursionsformel

$$f(x+1) = \frac{p(n-x)}{(x+1)(1-p)} f(x)$$

$$(x = 0, 1, 2, \dots, n-1)$$

wird zur Berechnung der Wahrscheinlichkeit $P_a = \sum_{x=0}^c f(x)$

mit dem Anfangswert $f(0) = (1-p)^n$ verwendet.

Anmerkungen:

1. Das Programm erfordert, daß $0 \leq p < 1$.
2. Für die Kurve vom Typ A (endliche Losgröße) gilt: wenn $c = 0$, dann $P_a = f(0)$.
3. Bei bestimmten Kombinationen von N , n und c (vor allem, wenn diese Werte groß sind), kann ein Überlauf auftreten. Das Programm hält in diesem Fall mit der Anzeige 9.999999999 99 an.
4. Im Fall einer endlichen Losgröße (Typ A) hängt die Rechenzeit im wesentlichen vom Stichprobenumfang n und von der Annahmegröße c ab; je größer diese Werte sind, desto länger benötigt das Programm zur Berechnung der Wahrscheinlichkeit.

5. Die Annahmekennlinie vom Typ A ist eigentlich eine Menge diskreter Punkte, da die Anzahl fehlerhafter Teile zwangsweise ganzzahlig ist. Diese Punkte rücken für große Losgrößen sehr dicht zusammen, so daß eine praktisch stetige Kurve entsteht.

Die Annahmekennlinien vom Typ B können als Annäherung an die Kurven des Typs A angesehen werden, wenn der Stichprobenumfang n im Vergleich zur Losgröße N klein ist (i. d. R., wenn $n/N \leq 0,1$).

6. Solange das Verhältnis n/N klein ist, hat die Losgröße N nur einen geringen Einfluß auf die Annahmekennlinie vom Typ A. Der Stichprobenumfang n ist für die Kurve vom Typ A von wesentlich größerer Bedeutung.

Die Annahmegröße c hat im Fall der Kurve vom Typ B für jeden gegebenen Defektanteil p einen sehr starken Einfluß auf die Annahmewahrscheinlichkeit.

Literatur:

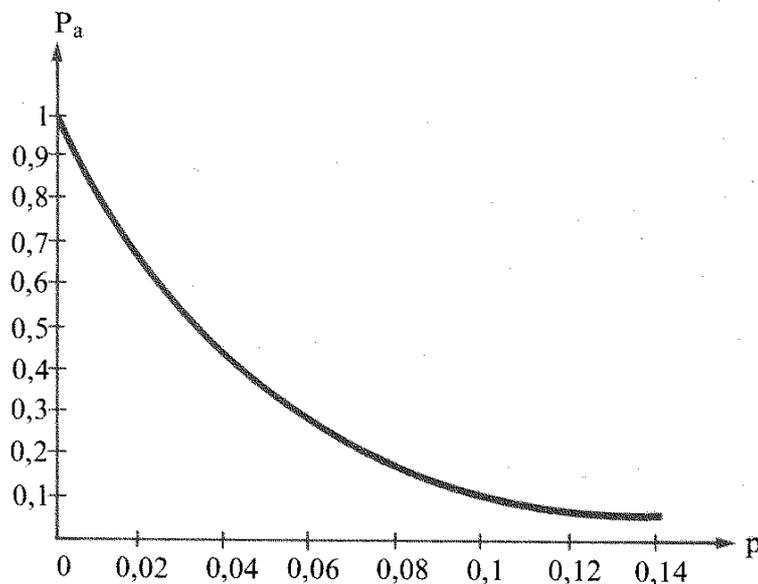
1. Dodge and Romig, *Sampling Inspection Tables*, John Wiley and Sons, 1959.
2. Grand and Leavenworth, *Statistical Quality Control*, McGraw-Hill, 1972.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Vorbereitungsschritt		A <input type="text"/>	0.00
3	AUTO-Modus für die automatische Ausgabe der Ergebnisse einschalten*		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			B <input type="text"/>	1.00
4	Gehen Sie für eine unendliche Losgröße (Typ B) nach Zeile 11		<input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Führen Sie für eine endliche Losgröße (Typ A) die folgenden Schritte aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
6	Geben Sie die Losgröße ein	N	C <input type="text"/>	N
7	Geben Sie ein: Stichprobenumfang n	n	↑ <input type="text"/>	n
	Annahmegröße c	c	D <input type="text"/>	c
8	Berechnen Sie die Annahmewahrschein- lichkeit P_a	p	<input type="text"/> <input type="text"/>	
			E <input type="text"/>	P_a
9	Gehen Sie für einen neuen Wert P nach Zeile 8		<input type="text"/> <input type="text"/>	
10	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Zeile 2		<input type="text"/> <input type="text"/>	
11	Geben Sie ein: Stichprobenumfang n	n	↑ <input type="text"/>	n
	Annahmegröße c	c	f <input type="text"/> d <input type="text"/>	c
12	Berechnen Sie die Annahmewahrschein- lichkeit P_a	p	<input type="text"/> <input type="text"/>	
			f <input type="text"/> e <input type="text"/>	P_a
13	Gehen Sie für einen neuen Wert P nach Zeile 12		<input type="text"/> <input type="text"/>	
14	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Zeile 2		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
	* Anmerkung: Um den AUTO-Modus wieder auszuschalten, drücken Sie		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			CLF <input type="text"/>	
			0 <input type="text"/>	

Beispiel' 1:

Berechnen Sie die Annahmekennlinie vom Typ A für folgende Stichprobe: $N = 200$, $n = 20$, $c = 0$ (berechnen Sie P_a für $p = 0, 0,02, 0,04, 0,06, 0,08, 0,1, 0,12$ und $0,14$).

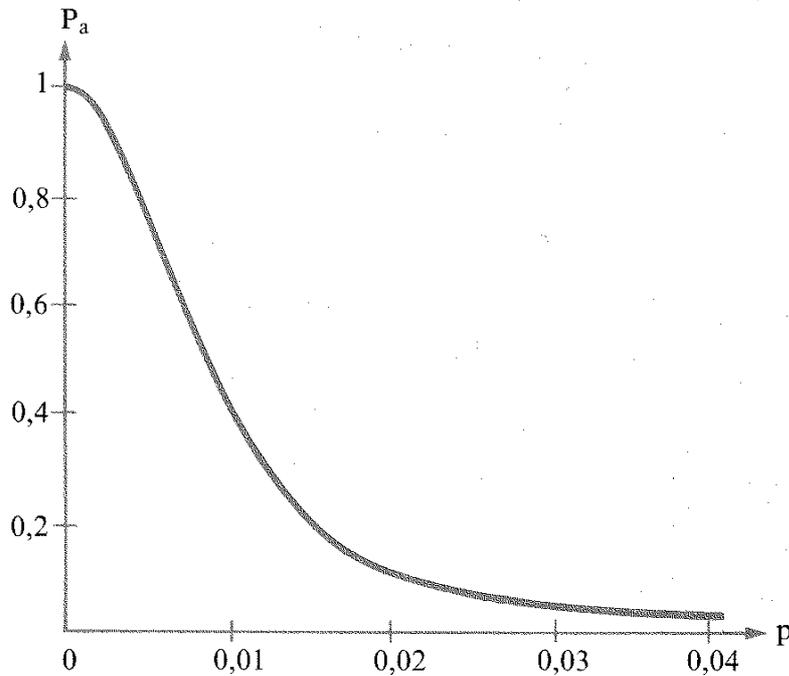
Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck	
A →	0.00 ***	
B →	1.00 ***	AUTO-Modus
200 C →	200.00 ***	(N)
20 ENTER 0 D →	20.00 ***	(n)
	0.00 ***	(c)
0 E →	0.00 ***	
	1.00 ***	
0.02 E →	0.02 ***	
	0.65 ***	
0.04 E →	0.04 ***	
	0.42 ***	
0.06 E →	0.06 ***	
	0.27 ***	
0.08 E →	0.08 ***	
	0.17 ***	
0.1 E →	0.10 ***	
	0.11 ***	
0.12 E →	0.12 ***	
	0.07 ***	
0.14 E →	0.14 ***	
	0.04 ***	



Beispiel 2:

Ermitteln Sie die Annahmekennlinie vom Typ B für $n = 200$ und $c = 1$ (berechnen Sie P_a für $p = 0, 0,01, 0,02, 0,03, 0,04$).

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck	
A →	0.00 ***	
B →	1.00 ***	AUTO-Modus
200 ENTER ↑ 1 f d →	200.00 ***	(n)
	1.00 ***	(c)
0 f e →	0.00 ***	
	1.00 ***	
0.01 f e →	0.01 ***	
	0.40 ***	
0.02 f e →	0.02 ***	
	0.09 ***	
0.03 f e →	0.03 ***	
	0.02 ***	
0.04 f e →	0.04 ***	
	2.656338303-03 ***	



Warteschlangen (eine oder mehrere Abfertigungsstellen)



I. Unendlich viele Personen in der Warteschlange

Angenommen, es stehen n ($n \geq 1$) gleichartige Abfertigungsstationen zur Verfügung, die eine unendliche Zahl von Kunden bedienen. λ sei die (poissonverteilte) Ankunftsrate der Kunden und μ die Abfertigungsrate (exponentialverteilt). Die Abfertigung erfolgt in der Weise, daß wer zuerst kommt auch zuerst bedient wird. Es wird weiter angenommen, daß alle auf Bedienung wartenden Kunden in einer Schlange stehen und – wenn sie an der Reihe sind – von einer der freien Abfertigungsstellen bedient werden. Außerdem wird vorausgesetzt, daß keiner der Wartenden die Schlange verläßt (d. h. verloren geht).

Die folgenden Größen werden vom Programm ermittelt, wenn n , λ und μ bekannt sind.

Verwendete Formeln:

1. Intensität

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

(ρ muß kleiner als n sein.)

2. Die Wahrscheinlichkeit, daß alle Abfertigungsstellen unbeschäftigt sind

$$P_0 = \left[\sum_{k=0}^{n-1} \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^n}{n! \left(1 - \frac{\rho}{n}\right)} \right]^{-1}$$

3. Die Wahrscheinlichkeit, daß alle Abfertigungsstellen besetzt sind

$$P_b = \frac{\rho^n P_0}{n! \left(1 - \frac{\rho}{n}\right)}$$

4. Durchschnittliche Länge der Schlange (Anzahl der Wartenden)

$$L_q = \frac{\rho P_b}{n - \rho}$$

5. Durchschnittliche Anzahl von Kunden im System (wartende Kunden und solche, die gerade bedient werden)

$$L = L_q + \rho$$

6. Mittlere Wartezeit in der Schlange

$$T_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

7. Mittlere Durchlaufzeit durch das System

$$T = \frac{L}{\lambda}$$

8. Wahrscheinlichkeit, länger als eine Zeit t warten zu müssen

$$P(t) = P_b e^{-(n\mu - \lambda)t}$$

Anmerkungen:

1. n muß ganzzahlig und größer oder gleich 1 sein.
2. $\rho < n$, anderenfalls wächst die Warteschlange über alle Grenzen.
3. λ und μ sind Raten, d. h. Anzahl pro Zeiteinheit.

II. Endlich viele Personen in der Warteschlange

Angenommen, für die Abfertigung stehen n ($n \geq 1$) gleichartige Schalter zur Verfügung. Dieses Programm behandelt den Fall, daß eine endliche Anzahl von Kunden abgefertigt werden will.

Die Anzahl der Kunden m ist eine feste Größe; a sei die mittlere Zeit zwischen der Ankunft aufeinanderfolgender Kunden und s die mittlere Beschäftigungszeit mit einer Person. Wenn m , n , s und a gegeben sind, berechnet das Programm die folgenden Größen.

Verwendete Formeln:

1. Durchschnittliche Anzahl von Personen im System (wartende Kunden und solche, die gerade bedient werden)

$$L = \frac{\sum_{k=0}^m k Q_k}{\sum_{k=0}^m Q_k}$$

wobei $Q_0 = 1$.

$$(m - k + 1)\rho Q_{k-1} = \begin{cases} kQ_k & \text{falls } 1 \leq k \leq n \\ nQ_k & \text{falls } n < k \leq m \end{cases}$$

und

$$\rho = \frac{s}{a}$$

2. Mittlere Durchlaufzeit durch das System

$$T = aL$$

3. Mittlere Anzahl von Kunden in der Warteschlange

$$L_q = m \left[(\rho + 1) \left(\frac{L}{m} - 1 \right) + 1 \right]$$

4. Mittlere Wartezeit in der Schlange

$$T_q = aL_q$$

5. Gesamtleistungsfaktor des Systems

$$F = -(\rho + 1) \left(\frac{L}{m} - 1 \right)$$

Anmerkungen:

1. Für große Werte m und/oder kleine Werte für ρ kann bei der Berechnung von Q_k (unter Marke **f**) ein Unterlauf auftreten. Um das zu vermeiden, prüft das Programm, ob $Q_k < 10^{-90}$. Ist dies der Fall, bricht das Programm die rekursive Berechnung von Q_k ab und fährt sofort mit der Berechnung von L fort. Der errechnete Wert für L wird dadurch nicht verfälscht.
2. Für bestimmte Kombinationen von m , n , s und a kann ein Überlauf auftreten. Das Programm hält dann an und weist mit der Anzeige 9.999999999 99 auf den Rechner-Überlauf hin.
3. Die Laufzeit des Programms zur Berechnung von L hängt vom Wert m ab; je größer m ist, desto länger braucht der Rechner. Die erforderliche Rechenzeit für diese Routine (unter Marke **f**) läßt sich durch den Ausdruck $m/30$ Minuten abschätzen.
4. Angenommen, statt s und a sind die Abfertigungsrate μ jedes Bedienungsschalters und die Ankunftsrate λ gegeben. Sie können s und a dann nach folgenden Formeln berechnen und anschließend dieses Programm verwenden.

$$s = \frac{1}{\mu}$$

$$a = \frac{1}{\lambda}$$

Beachten Sie, daß $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$

Literatur:

1. H.M. Wagner, *Principles of Operations Research with Applications to Managerial Decisions*, Prentice-Hall, 1969.
2. James Martin, *Systems Analysis for Data Transmission*, Prentice-Hall, 1972.
3. Hillier and Lieberman, *Introduction to Operations Research*, Holden-Day, 1970.
4. Peck and Hazelwood, *Finite Queuing Tables*, John Wiley and Sons, 1958.

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
1	Seite 1 und 2 der Programmkarte einlesen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Gehen Sie für endlich viele Kunden nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Zeile 11		<input type="text"/> <input type="text"/>	
3	Führen Sie für eine unendliche Zahl von		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Kunden die Zeilen 4–9 aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
4	Geben Sie ein: μ	μ	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	μ
	λ	λ	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	λ
	n	n	<input type="text"/> A <input type="text"/>	ρ
5	Berechnen Sie: P_0		<input type="text"/> B <input type="text"/>	P_0
	P_b		<input type="text"/> B <input type="text"/>	P_b
6	Berechnen Sie: L_q		<input type="text"/> C <input type="text"/>	L_q
	L		<input type="text"/> C <input type="text"/>	L
7	Berechnen Sie: T_q		<input type="text"/> D <input type="text"/>	T_q
	T		<input type="text"/> D <input type="text"/>	T
8	Geben Sie t ein und berechnen Sie $P(t)$	t	<input type="text"/> E <input type="text"/>	$P(t)$
9	Gehen Sie für einen geänderten Wert t nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Zeile 8		<input type="text"/> <input type="text"/>	
10	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Zeile 2		<input type="text"/> <input type="text"/>	
11	Führen Sie für endlich viele Kunden die		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Zeilen 12–16 aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
12	Geben Sie ein: Anzahl der Kunden	m	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	m
	Anzahl der Abfertigungs-		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	stellen	n	<input type="text"/> f <input type="text"/> a	m
13	Geben Sie ein: mittlere Abfertigungs-		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	zeit pro Kunde	s	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	s
	mittlere Zeit zwischen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Ankunft des Kunden	a	<input type="text"/> f <input type="text"/> b	ρ
14	Berechnen Sie: Anzahl Kunden im System		<input type="text"/> f <input type="text"/> c	L
	mittlere Durchlaufzeit		<input type="text"/> f <input type="text"/> c	T
15	Berechnen Sie: Länge der Schlange		<input type="text"/> f <input type="text"/> d	L_q
	Wartezeit		<input type="text"/> f <input type="text"/> d	T_q
16	Berechnen Sie den Leistungsfaktor F		<input type="text"/> f <input type="text"/> e	F
17	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Zeile 2		<input type="text"/> <input type="text"/>	

Beispiel 1:

Im zeitlichen Mittel betreten 1,2 Kunden pro Minute die Schalterhalle einer Bank. Vor drei Abfertigungsschaltern bilden sie eine gemeinsame Warteschlange. Jeder der drei Bankangestellten kann pro Stunde 30 Kunden abfertigen. Berechnen Sie ρ , P_0 , P_b , L_q , L , T_q , T und die Wahrscheinlichkeit $P(2)$, daß ein Kunde länger als 2 Minuten in der Schlange warten muß.

Anmerkung:

Abfertigungsrate $\mu = 30/60 = 0,5$ Kunden pro Minute.

Zeit zwischen der Ankunft $\lambda = 1,2$ Kunden pro Minute.

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck
.5 ENTER ↑ 1.2 ENTER ↑ 3 A →	0.50 *** (μ)
	1.20 *** (λ)
	3.00 *** (n)
	2.40 *** (ρ)
B →	0.06 *** (P_0)
B →	0.65 *** (P_b)
C →	2.59 *** (L_q)
C →	4.99 *** (L)
D →	2.16 *** (T_q)
D →	4.16 *** (T)
2 E →	2.00 *** (t)
	0.36 *** ($P(t)$)

Beispiel 2:

In einer SB-Reinigung stehen 12 Waschvollautomaten, die nach durchschnittlich 60 Stunden Einsatz 4 Stunden Wartung erfordern. Berechnen Sie ρ , L , T , L_q , T_q und F , wenn für die Wartung der Geräte nur eine Person zur Verfügung steht.

Drücken Sie	Anzeige/Ausdruck
12 ENTER ↑ 1 f a →	12.00 *** (m)
	1.00 *** (n)
4 ENTER ↑ 60 f b →	4.00 *** (s)
	60.00 *** (a)
	0.07 *** (ρ)
f c →	1.64 *** (L)
f c →	98.66 *** (T)
f d →	0.95 *** (L_q)
f d →	57.24 *** (T_q)
f e →	0.92 *** (F)

Programm-Speicherlisten

Wenn Sie an der Funktionsweise der Programme genauer interessiert sind, können Sie die nachfolgenden Speicherlisten heranziehen. Dort finden Sie neben einer Aufstellung sämtlicher Programmschritte auch Kommentare zur Wirkung einzelner Programmteile sowie Angaben über die Belegung der Speicherregister. Eine Zusammenstellung der Tastensymbole und Tastencodes finden Sie im Anhang E des Bedienungshandbuchs zu Ihrem Rechner.

	Seite
1. Statistische Grundgrößen	124
2. Fakultät, Kombinationen ohne Wiederholung mit/ohne Berücksichtigung der Anordnung	126
3. Momente, Schiefe und Steilheit (Kurtosis) (für klassifizierte und nicht klassifizierte Daten)	128
4. Erzeugung von Zufallszahlen	130
5. Histogramm	132
6. Einfache Varianzanalyse	134
7. Doppelte Varianzanalyse	136
8. Einfache Kovarianzanalyse	138
9. Normalverteilung und invertiertes Normalverteilungsintegral .	142
10. Chi-Quadrat-Verteilung	146
11. t-Verteilung	148
12. F-Verteilung	150
13. Multiple lineare Regression	152
14. Approximation von Funktionen durch Polynome	154
15. t-Test	158
16. Chi-Quadrat-Test	160
17. Kontingenztafel (Unabhängigkeitstest)	162
18. Spearman'scher Rangkorrelationskoeffizient	164
19. Statistische Qualitätskontrolle mit Kontrollkarten	166
20. Operations-Charakteristik	168
21. Warteschlangen (eine oder mehrere Abfertigungsstellen)	170

Notizen

Statistische Grundgrößen

001 *LBLA		057 ST09	
002 CLR0		058 PZ0	
003 CF0	Vorbereitungsschritte	059 GSB9	
004 CF1		060 GSB8	
005 CF2		061 RTN	
006 PZ0		062 *LBL6	
007 CLR0		063 SF1	Berichtigung von
008 PZ0		064 GSB0	x_k, y_k, f_k
009 0		065 CF1	
010 RTN		066 RTN	
011 *LBL0	Flag 0 für AUTO-	067 *LBL3	
012 SF0	Modus setzen	068 F10	
013 1		069 GT04	
014 RTN		070 Z+	
015 *LBL0	Berichtigung von	071 RTN	
016 F00	x_k, y_k	072 *LBL4	
017 GSB0		073 Z-	
018 SF1		074 RTN	
019 XZY		075 *LBL6	\bar{x}, \bar{y}
020 Z-		076 X	
021 GSB9		077 GSB9	
022 GSB0		078 R/S	
023 CF1		079 XZY	
024 RTN	x_j, y_j eingeben	080 GSB9	
025 *LBL6		081 GSB0	
026 F00		082 RTN	
027 GSB0		083 *LBL6	
028 XZY		084 Z	
029 Z+		085 ST00	
030 GSB9		086 XZY	
031 GSB0		087 PZ0	
032 RTN		088 ST00	
033 *LBL0	x_j, y_j, f_j eingeben	089 PZ0	V_x, V_y
034 ST00		090 0	
035 F10		091 EEX	
036 CHS		092 Z	
037 ST+9		093 X	
038 R1		094 XZY	
039 ST00		095 LSTX	
040 R1		096 X	
041 ST00		097 XZY	
042 R1		098 RCL0	
043 F00		099 +	
044 GSB0		100 GSB9	
045 R1		101 R/S	
046 ABS		102 XZY	
047 GSB9		103 PZ0	
048 ST01		104 RCL0	
049 *LBL2		105 PZ0	
050 RCL0		106 +	
051 RCL0		107 GSB9	
052 GSB3		108 GSB0	
053 DSZ1		109 RTN	
054 GT02		110 *LBL0	
055 RCL0		111 0	
056 PZ0		112 GSB9	

REGISTERS									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
\bar{x}									Σf_i
S0 \bar{y}	S1	S2	S3	S4 Σx_j	S5 Σx_j^2	S6 Σy_j	S7 Σy_j^2	S8 $\Sigma x_j y_j$	S9 n
A x_i	B y_i	C f_i	D	E					

113	R/S			169	GSB9	
114	X↔Y	s_x, s_y		170	RTN	
115	GSB9			171	*LBLd	
116	GSB8			172	S	
117	RTN			173	RCL6	
118	*LBLc			174	=	Y_{xy}
119	S			175	x	
120	*LBL1			176	1/X	
121	P↔S	s_x', s_y'		177	GSB9	
122	RCL9			178	GSB8	
123	P↔S			179	RTN	
124	ENT↑			180	*LBLe	
125	X↔Y			181	RCLJ	$\Sigma x_i, \Sigma y_i$
126	1			182	GSB9	
127	-			183	R/S	
128	=			184	X↔Y	$\Sigma x_i y_i$
129	JX			185	GSB9	
130	=			186	R/S	
131	GSB9			187	P↔S	
132	F2?			188	RCL8	
133	GSB8			189	P↔S	
134	CF2			190	GSB9	
135	R/S			191	GSB8	
136	LSTX			192	RTN	
137	S			193	*LBLe	
138	X↔Y			194	P↔S	
139	SF2			195	RCL7	$\Sigma x_i^2, \Sigma y_i^2$
140	GT01			196	RCL5	
141	RTN			197	P↔S	
142	*LBLd			198	GSB9	
143	?			199	R/S	
144	X↔Y			200	X↔Y	
145	P↔S			201	GSB9	
146	ST00			202	GSB8	
147	RCL8			203	RTN	
148	RCL4			204	*LBL0	
149	RCL0			205	X↔Y	
150	x	s_{xy}, s_{xy}'		206	PRTX	Druck/Anzeige x_i, y_i
151	-			207	X↔Y	
152	RCL9			208	PRTX	
153	1			209	RTN	
154	-			210	*LBL9	Druck/Anzeige-Routine
155	=			211	F0?	
156	P↔S			212	PRTX	
157	ST0E			213	RTN	
158	GSB9			214	*LBL8	
159	R/S			215	F0?	Unterprogramm für Leerzeile
160	P↔S			216	SPC	
161	RCL9			217	RTN	
162	P↔S					
163	ENT↑					
164	X↔Y					
165	1					
166	-					
167	=					
168	=					

LABELS					FLAGS	SET STATUS		
^A Start	^B $x_i \uparrow y_i (\Sigma+)$	^C $x_k \uparrow y_k (\Sigma-)$	^D x_i, y_i, f_i	^E x_k, y_k, f_k	⁰ Druck			
^a Druck	^b belegt	^c belegt	^d belegt	^e $\Sigma x_i \dots$	¹ $\Sigma-$			
⁰ Anz. x_i, y_i	1	2	3	4	² s_y'			
⁵	⁶	7	^B Leerzeile	⁹ Druck	³			

FLAGS		TRIG		DISP
0	<input type="checkbox"/> ON <input checked="" type="checkbox"/> OFF	DEG	<input checked="" type="checkbox"/>	FIX
1	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD	<input type="checkbox"/>	SCI
2	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD	<input type="checkbox"/>	ENG
3	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>			n. 2

Fakultät, Kombinationen ohne Wiederholung mit/ohne Berücksichtigung der Anordnung

<p>001 *LBL4 002 CLRG 003 CF0 004 0 005 RTN 006 *LBLB 007 SF0 008 1 009 RTN 010 *LBLD 011 X=Z 012 GSB_a 013 X=Z 014 GSB_a 015 X>Y 016 GT02 017 ENT↑ 018 0 019 X=Y 020 GT03 021 CLX 022 1 023 X=Y 024 GT04 025 - 026 ST01 027 R4 028 ST07 029 *LBL1 030 RCL7 031 1 032 - 033 ST07 034 X 035 DSZ1 036 ST01 037 GSB_a 038 GSB_b 039 RTN 040 *LBL2 041 0 042 + 043 *LBL3 044 ENT↑ 045 1 046 GSB_a 047 GSB_b 048 RTN 049 *LBLE 050 X=Z 051 GSB_a 052 X=Z 053 GSB_a 054 X>Y 055 GT02 056 -</p>	<p>Vorbereitungsschritte</p> <p>Flag 0 für AUTO-Modus setzen</p> <p>m, n für mP_n eingeben</p> <p>Fehler</p> <p>m, n für mC_n eingeben</p>	<p>057 LSTX 058 X≠Y? 059 GSB_b 060 ST07 061 1 062 ST01 063 + 064 ST06 065 CLX 066 X=Y? 067 GT03 068 *LBL0 069 R4 070 1 071 RCL1 072 + 073 ST01 074 X>Y? 075 GT05 076 RCL7 077 X=Z 078 + 079 LSTX 080 = 081 RCL6 082 x 083 ST06 084 GT00 085 *LBL4 086 R4 087 R4 088 GSB_a 089 GSB_b 090 RTN 091 *LBL6 092 ST06 093 X=Z 094 RTN 095 *LBL5 096 RCL6 097 GSB_a 098 GSB_b 099 RTN 100 *LBLC 101 GSB_a 102 ST01 103 ST03 104 6 105 9 106 X=Z 107 X≠Y? 108 GT09 109 X=Z 110 - 111 ST01 112 LSTX</p>	<p>$mP_1 = m$</p> <p>n für n! eingeben</p>						
REGISTERS									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	m, n	Log(69!) + ...	(n-i)			belegt	m	n-1	
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A	B	C	D	E					
									m - 69

113	N!			
114	LOG			
115	STO2			
116	RCL1			
117	ENT↑			
118	LOG			
119	ST+2			
120	*LBL7			
121	DSZI			
122	GT08			
123	GT07			
124	*LBL7			
125	RCL2			
126	INT			
127	GSB _a			
128	RCL2			
129	FRC			
130	10 ^x			
131	DSP9			
132	GSB _a			
133	DSP2			
134	RCL1			
135	GSB _b			
136	R/S			
137	R↓			
138	R↓			
139	R/S			
140	R↑			
141	RTN			
142	*LBL8			
143	RCL3	Log(n-1)		
144	1			
145	-			
146	STO3			
147	LOG			
148	ST+2			
149	GT07			
150	*LBL9	n für ≤69		
151	N!			
152	GSB _a			
153	GSB _b			
154	RTN			
155	*LBL _a	Druck/Anzeige- Routine		
156	F0?			
157	PRTX			
158	RTN			
159	*LBL _b	Unterprogramm für Leerzeile		
160	F0?			
161	SPC			
162	RTN			

LABELS					FLAGS	SET STATUS		
^A Start	^B Druck?	^C n → n!	^D m↑n → mP _n	^E m↑n → mC _n	⁰ Druck			
^a Druck	^b Leerzeile	^c	^d	^e	1			
⁰ mC _n	¹ m!	² Fehler	³ mP ₀ , mC ₀	⁴ mP ₁ , mC ₁	2			
⁵ Ausgabe	⁶ x ↗ y	⁷ n > 69	⁸ n > 69	⁹ n ≤ 69	3			
						FLAGS 0 <input type="checkbox"/> ON <input checked="" type="checkbox"/> OFF 1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	TRIG DEG <input checked="" type="checkbox"/> GRAD <input type="checkbox"/> RAD <input type="checkbox"/>	DISP FIX <input checked="" type="checkbox"/> SCI <input type="checkbox"/> ENG <input type="checkbox"/> n <u> 2 </u>

Momente, Schiefe und Steilheit (Kurtosis) (für klassifizierte und nicht klassifizierte Daten)

<p>001 *LBLA 002 CLRG 003 PZS 004 CLRG 005 PZS 006 CF1 007 CFB 008 0 009 RTN 010 *LBLB 011 SFB 012 1 013 RTN 014 *LBLB 015 ST0A 016 GSB9 017 Σ+ 018 *LBL1 019 PZS 020 RCL4 021 RCL5 022 RCL9 023 PZS 024 ST01 025 R1 026 ST03 027 R1 028 ST02 029 RCLA 030 3 031 YX 032 F10 033 CHS 034 ST+4 035 RCLA 036 4 037 YX 038 F10 039 CHS 040 ST+5 041 RCL1 042 GSB9 043 GSB8 044 RTN 045 *LBLC 046 GSB9 047 SF1 048 Σ- 049 GSB1 050 CF1 051 RTN 052 *LBLC 053 XZY 054 PRTX 055 XZY 056 GSB9</p>	<p style="text-align: center;">Vorbereitungsschritte</p> <p style="text-align: center;">Flag 0 für AUTO- Modus setzen</p> <p style="text-align: center;">x_j für nicht klassifizierte Daten eingeben</p> <p style="text-align: center;">Berichtigung von x_k</p> <p style="text-align: center;">y_j, f_j für klassifizierte Daten eingeben</p>	<p>057 F10 058 CHS 059 ST+1 060 XZY 061 X 062 ST+2 063 LSTX 064 X 065 ST+3 066 LSTX 067 X 068 ST+4 069 LSTX 070 X 071 ST+5 072 RCL0 073 1 074 F10 075 CHS 076 + 077 ST00 078 GSB9 079 GSB8 080 RTN 081 *LBLE 082 SF1 083 GSB0 084 CF1 085 RTN 086 *LBLL 087 RCL2 088 RCL1 089 = 090 ST06 091 GSB9 092 GSB8 093 RTN 094 *LBLC 095 RCL3 096 RCL1 097 = 098 RCL6 099 Y2 100 ST08 101 - 102 ST07 103 GSB9 104 RZS 105 RCL4 106 RCL3 107 RCL6 108 Y 109 3 110 X 111 - 112 RCL1</p>	<p style="text-align: center;">Berichtigung von y_h, f_h</p> <p style="text-align: center;">\bar{x}</p> <p style="text-align: center;">m_2</p> <p style="text-align: center;">m_3</p>						
REGISTERS									
0	1 n od. Σf_j	2	3	4	5	6 \bar{x}, m_4	7 m_2	8 \bar{x}^2	9 m_3
S0	S1	S2	S3	S4 Σx_j	S5 Σx_j^2	S6 Σy_j	S7 Σy_j^2	S8 $\Sigma x_j y_j$	S9 n
A x_j	B	C n	D	E	F	G	H	I	J

113	=			169	F0°		
114	RCL6			170	SPC		Unterprogramm für
115	RCL8			171	RTN		Leerzeile
116	x						
117	2						
118	x						
119	+						
120	STO9						
121	GSB9						
122	R/S						
123	RCL5						
124	RCL6						
125	RCL4						
126	x	m4					
127	4						
128	x						
129	-						
130	RCL8						
131	RCL3						
132	x						
133	6						
134	x						
135	+						
136	RCL1						
137	=						
138	RCL8						
139	X²						
140	3						
141	x						
142	-						
143	STO6						
144	GSB9						
145	GSB8						
146	RTN						
147	*LBL4						
148	RCL9	γ1					
149	RCL7						
150	1						
151	=						
152	5						
153	Y*						
154	=						
155	GSB9						
156	R/S						
157	RCL6						
158	RCL7						
159	X²	γ2					
160	=						
161	GSB9						
162	GSB8						
163	RTN						
164	*LBL9						
165	F0°						
166	PRTX						
167	RTN						
168	*LBL8						
			Druck/Anzeige-Routine				

LABELS					FLAGS	SET STATUS		
A	B	C	D	E	F	FLAGS		DISP
Start	$x_i(\Sigma+)$	$x_k(\Sigma-)$	$y_i \uparrow f_j(\Sigma+)$	$y_k \uparrow f_k(\Sigma-)$	Druck	ON	TRIG	FIX
Druck?	$\rightarrow \bar{x}$	$\rightarrow m_2, m_3, m_4$	$\rightarrow \gamma_1; \gamma_2$		Korrektur	OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	SCI <input checked="" type="checkbox"/>
0	1	2	3	4	2	0	GRAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						1	RAD <input type="checkbox"/>	n <u>2</u>
5	6	7	8	9	3	2		
			Leerzeile	Druck		3		

Erzeugung von Zufallszahlen

001 *LBL0			057 *LBL5						
002 PZS		Eingabe von a, b, Sekundär-Register löschen	058 *LBLC		Generator für normal- verteilte Zufallszahlen n_i				
003 CLR6			059 GSB7		z_i				
004 PZS			060 ST07		$z_i + 1$				
005 GT00			061 GSB7						
006 *LBLA		Generator für gleichförmig verteilte Zufallszahlen u_i	062 2						
007 GSB7			063 x						
008 RCLC			064 1						
009 RCLD			065 -						
010 -			066 ST02		V_2				
011 -			067 RCL7						
012 RCLD		u_j	068 2						
013 +			069 x						
014 *LBL2			070 1						
015 PPTX			071 -						
016 ST09			072 ST01		V_1				
017 Σ+			073 +P						
018 RCLA			074 xP		S				
019 +			075 1						
020 ST0A			076 xZY		$1 \geq S$				
021 RCL9			077 GT05		Nächste Zufallszahlen				
022 xP			078 RJ						
023 RCL6			079 ENT+						
024 +			080 LN						
025 ST0B			081 2						
026 1			082 x						
027 RCL1			083 CHS		$\sqrt{-2 \ln S/S}$				
028 +			084 xZY						
029 ST01			085 +						
030 RCL9			086 JX						
031 RTN			087 ST08						
032 *LBL6		k eingeben	088 RCL1		n_j				
033 ST0D			089 GSB6						
034 GSB0			090 RTN						
035 RCLD			091 *LBLC		$n_j + 1$				
036 *LBL3		Druck/Anzeige- und Leerzeilenroutine	092 RCL8						
037 PRTX			093 RCL2						
038 SPC			094 *LBL6						
039 RTN			095 x						
040 *LBL8		Generator für gleichförmig verteilte Zufallszahlen d_j	096 RCLC						
041 GSB7			097 x						
042 RCLD			098 RCLD						
043 x			099 +						
044 INT			100 GT02						
045 1			101 *LBL4		μ eingeben				
046 +			102 GT06						
047 GT02			103 *LBLD						
048 *LBLC		m, σ eingeben	104 GSB7						
049 ST0C			105 LN						
050 xZY			106 CHS		Generator für exponentialverteilte Zufallszahlen e_j				
051 ST0D			107 RCLD						
052 GSB0			108 x						
053 RCLD			109 GT02						
054 GSB4			110 *LBLE						
055 RCLC			111 SPC		\bar{x}				
056 GT03			112 J						
REGISTERS									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	V_1	V_2					z_j	$\sqrt{-2 \ln S/S}$	x_j
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
				Σx_j	Σx_j^2				n
A	B		C		D		E		
belegt	belegt		b oder σ		a od. k od. m od. μ		FRC (997 u_j)		Index n

113	GSB4								
114	R/S								
115	S	s							
116	GSB4								
117	R/S								
118	P/S								
119	RCL9	n							
120	P/S								
121	GSB4								
122	SPC								
123	RTN								
124	*LBL4	Druck/Anzeige-							
125	PRTX	Routine							
126	RTN								
127	*LBL0								
128	.								
129	5								
130	2								
131	8								
132	4	z ₀							
133	1								
134	6								
135	3	rE = z ₀							
136	STOE								
137	0								
138	STOA								
139	STOB								
140	STOI								
141	SPC								
142	RTN								
143	*LBL7								
144	RCLC								
145	9								
146	9								
147	7	Zufallszahlen-Generator							
148	x	z _{i+1} = FRC(997z _i)							
149	FRC								
150	STOE								
151	RTN								

LABELS					FLAGS	SET STATUS			
A → u _i	B → d _i	C → n _i	D → c _i	E → x̄; s: n	0	FLAGS		TRIG	DISP
a a↑b→	b k→	c m↑σ→	d μ→	e	1	ON	OFF		
0 z ₀ →RE	1	2	3 Druck Leerz.	4 Druck	2	0 <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
5	6 n _i , n _i +1	7 FRC(997×z _i)	8	9	3	1 <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
						2 <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						3 <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>

Histogramm

001 *LBL4	Vorbereitungsschritte	057 RCLD	x _j eingeben
002 CLRG		058 XZY	
003 PZS		059 X=YO	
004 CLRG		060 GSBZ	
005 PZS		061 RCLC	
006 CF0		062 -	
007 CF1		063 RCLA	
008 0		064 1-X	
009 RTN		065 X	
010 *LBLE		066 INT	
011 R4	067 1		
012 GSB8	068 XZY		
013 STOC	069 +		
014 R1	070 LSTX		
015 STOD	071 3		
016 GSB8	072 +		
017 GSB7	073 INT		
018 GSB7	074 1		
019 XZY	075 +	Berichtigung	
020 -	076 STO1		
021 2	077 1		
022 4	078 -		
023 STOE	079 3		
024 +	080 -		
025 STOA	081 -		
026 RTN	082 GTO1		
027 *LBLE	083 *LBL9		
028 0	084 RCL9		
029 STO1	085 DSP0	x _j eingeben	
030 XZY	086 GSB8		
031 GSB8	087 GSB7		
032 Σ-	088 DSP2		
033 SF1	089 CF1		
034 GSB0	090 R-0		
035 CF1	091 RTN		
036 RTN	092 *LBL1		
037 *LBLD	093 GSBd		
038 STOD	094 F10		
039 0	095 CHS	Auflisten	
040 STO1	096 ST+1		
041 R4	097 GTO9		
042 GSB8	098 *LBLd		
043 RCLC	099 3		
044 XYO	100 CHS		
045 GTOD	101 x		
046 R4	102 10x		
047 RCLD	103 RTN		
048 XZY	104 *LBLa		
049 XYO	105 SPC		
050 GTOD	106 0	Auflisten	
051 0	107 STO1		
052 XZY	108 RCLC		
053 Σ+	109 STOB		
054 *LBLc	110 *LBL5		
055 STOD	111 ISZI		
056 RCL0	112 2		

REGISTERS									
⁰ x _i	¹ 1, 2, 3	² 4, 5, 6	³ 7, 8, 9	⁴ 10, 11, 12	⁵ 13, 14, 15	⁶ 16, 17, 18	⁷ 19, 20, 21	⁸ 22, 23, 24	⁹ n
S ⁰	S ¹	S ²	S ³	S ⁴ Σx _i	S ⁵ Σx _i ²	S ⁶ Σy _j	S ⁷ Σy _j ²	S ⁸ Σx _i y _j	S ⁹ n
^A (x _{max} -x _{min})/24	^B x _{min}	^C x _{min}	^D x _{max}	^E 24	^F Zähler 1-8				

113 ST09			169 RCL9	
114 GSB _e			170 -	
115 RCL _i			171 x	
116 EEX			172 +	
117 3			173 PRTX	
118 x			174 ST0B	
119 INT			175 RTN	
120 DSP0			176 *LBL _E	Flag 0 für AUTO- Modus setzen
121 PRTX			177 SF0	
122 SPC			178 1	
123 DSP2			179 RTN	
124 1			180 *LBL _b	
125 ST09			181 GSB7	Für n, \bar{x} , s
126 GSB _e			182 GSB7	
127 RCL _i			183 P \neq S	
128 EEX			184 RCL9	
129 3			185 P \neq S	
130 x			186 GSB8	
131 FRC			187 R/S	
132 EEX			188 \bar{x}	
133 3			189 GSB8	
134 x			190 R/S	
135 INT			191 S	
136 DSP0		Auflisten	192 GSB8	
137 PRTX			193 GSB7	
138 SPC			194 RTN	
139 DSP2			195 *LBL ₈	Druck/Anzeige- Routine
140 0			196 F0?	
141 ST09			197 PRTX	
142 GSB _e			198 RTN	
143 RCL _i			199 *LBL ₇	Unterprogramm für Leerzeile
144 EEX			200 F0?	
145 6			201 SPC	
146 x			202 RTN	
147 FRC			203 *LBL ₂	Korrektur für Ein- gaben = x_{max}
148 EEX			204 RCLA	
149 3			205 2	
150 x			206 =	
151 INT			207 -	
152 DSP0			208 RTN	
153 PRTX				
154 SPC				
155 DSP2				
156 RCL _i				
157 0				
158 X>Y?				
159 GT05				
160 RTN				
161 *LBL _e				
162 RCL _b				
163 PRTX				
164 RCL _c				
165 RCLA				
166 RCL _i				
167 3				
168 x				

LABELS					FLAGS	SET STATUS		
A Start	B Druck	C x_{max}, x_{min}	D Eingabe	E Korrektur	0 Druck	FLAGS		DISP
^a Liste	^b n; \bar{x} ; s	^c y	^d 10x	^e	1 Korrektur	ON OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
⁰ Fehler	¹ Sortieren	² Kor. f. x_{max}	³	⁴	²	0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
⁵ Liste	⁶	⁷ Leerzeile	⁸ Druck	⁹ Druckindex	³	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>
						3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		

Einfache Varianzanalyse

001 *LBLA		057 RTH	
002 CLR6	Vorbereitungsschritte	058 *LBL9	Register für neues i löschen
003 P+S		059 P+S	
004 CLR6		060 CLR6	
005 P+S		061 P+S	
006 CF0		062 RTN	
007 CF1		063 *LBLD	Berichtigung
008 CF2		064 GSB3	
009 0		065 Σ-	
010 RTN		066 GSB0	
011 *LBLC	x _{ij} eingeben	067 RTN	
012 F20		068 *LBLB	Flag 0 für AUTO-Modus setzen
013 GSB9		069 SF0	
014 GSB3		070 1	
015 Σ+		071 RTN	
016 *LBL8		072 *LBL6	
017 P+S		073 RCL4	
018 RCL4		074 RCL7	
019 RCL5		075 X²	
020 P+S		076 RCL6	TSS
021 ST08		077 =	
022 R4		078 ST08	
023 ST0A		079 -	
024 R4		080 ST00	TrSS
025 GSB3		081 GSB3	
026 GSB0		082 R/S	
027 RTN		083 RCL5	
028 *LBLB		084 RCL8	
029 1		085 -	
030 ST+9		086 ST01	
031 SF2		087 GSB3	
032 RCLA		088 R/S	ESS
033 ST+7		089 RCL0	
034 RCL8		090 RCL1	
035 ST+4		091 -	
036 P+S		092 ST02	
037 RCL9	x _i	093 GSB3	
038 P+S		094 GSB0	
039 ST+6		095 RTN	
040 RCL4		096 *LBL0	Unterprogramm für Leerzeile
041 X²		097 F00	
042 P+S		098 SPC	
043 RCL9		099 RTN	
044 P+S		100 *LBL3	Druck/Anzeige-Routine
045 =		101 F00	
046 ST+5		102 PRTX	
047 x̄		103 RTN	
048 GSB3		104 *LBL6	
049 R/S		105 RCL9	
050 S	s _i	106 1	df ₁
051 GSB3		107 -	
052 R/S		108 ST03	
053 RCLA		109 GSB3	
054 GSB3		110 R/S	
055 GSB0	Sum _j	111 RCL6	df ₂
056 GSB0		112 RCL9	

REGISTERS									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TSS	TrSS	ESS	df ₁	ΣΣx _{ij} ²	Σ(Σx _{ij}) ² /n _i	Σn _i	ΣΣx _{ij}	Σx _{ij}	k
S0	S1	S2	S3	Σx _i	Σx _i ²	Σy _i	Σy _i ²	Σx _i y _i	n
A Σx _{ij} , df ₂		B Σx _{ij} ² , F		C		D		E	

113	-			
114	STOA			
115	GSB3			
116	R/S			
117	RCLA			
118	RCL3			
119	+	df ₃		
120	GSB3			
121	GSB0			
122	RTN			
123	*LBLc			
124	RCL1			
125	RCL3	TrMS		
126	=			
127	GSB3			
128	R/S			
129	RCL2			
130	RCLA	EMS		
131	=			
132	GSB3			
133	R/S			
134	=			
135	GSB3			
136	GSB0			
137	STOB	F		
138	RTN			

LABELS					FLAGS	SET STATUS																				
^A Start	^B Druck?	^C x _{ij} (Σ ⁺) →	^D x _{im} (Σ ⁻) →	^E x̄, s _j , sum _j	⁰ Druck																					
^a TSS, ...	^b df ₁ , ...	^c TrMS, ...	^d	^e	¹ Korrektur																					
⁰ Leerzeile	¹	²	³ Druck	⁴	² Neue Daten																					
⁵	⁶	⁷	⁸ Σx _j , Σx _j ²	⁹ Reg. löschen	³																					
						<table border="1"> <tr> <th colspan="2">FLAGS</th> <th>TRIG</th> <th>DISP</th> </tr> <tr> <td>0</td> <td><input type="checkbox"/> ON <input checked="" type="checkbox"/> OFF</td> <td>DEG <input checked="" type="checkbox"/></td> <td>FIX <input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td><input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></td> <td>GRAD <input type="checkbox"/></td> <td>SCI <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td><input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></td> <td>RAD <input type="checkbox"/></td> <td>ENG <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td><input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td>n <u>2</u></td> </tr> </table>	FLAGS		TRIG	DISP	0	<input type="checkbox"/> ON <input checked="" type="checkbox"/> OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>
FLAGS		TRIG	DISP																							
0	<input type="checkbox"/> ON <input checked="" type="checkbox"/> OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>																							
1	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>																							
2	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>																							
3	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>																							

113	GSB9				
114	R/S		df ₁ , df ₂ , df ₃		
115	RCL6				
116	GSB9				
117	R/S				
118	RCL7				
119	GSB9				
120	GSB8				
121	RTN				
122	*LBL6		RSS, DSS, ESS, TSS		
123	RCL2				
124	GSB9				
125	R/S				
126	RCL3				
127	GSB9				
128	R/S				
129	RCL4				
130	GSB9				
131	R/S				
132	RCL1				
133	GSB9				
134	GSB8				
135	RTN				
136	*LBL5		Für die Berichtigung von x _{im} oder x _{kj}		
137	PRTX				
138	CHS				
139	ST+7				
140	X ²				
141	ST-2				
142	RCLA				
143	1				
144	-				
145	STOA				
146	GSB9				
147	RTN				
148	*LBL4		Flag 0 für AUTO- Modus setzen		
149	SF0				
150	1				
151	RTN				
152	*LBL3		Druck/Anzeige- Routine		
153	F0?				
154	PRTX				
155	RTN				
156	*LBL2		Unterprogramm für Leerzeile		
157	F0?				
158	SPC				
159	RTN				

LABELS					FLAGS	SET STATUS			
A Start	B Druck?	C r↑c →	D x _{ij} (Σ+) →	E x _{im} (Σ-) →	0 Druck	FLAGS		TRIG	DISP
3 → RS _i	6 Wiederstart	c → CS _i	d → F ₁ , F ₂ ...	e → RSS; ...	1	ON	OFF		
0 → RA, R ₇	1	2	3	4	2	0	<input type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
5	6	7	B Leerzeile	8 Druck	3	1	<input type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
						2	<input type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG ₂ <input type="checkbox"/>
						3	<input type="checkbox"/>		n <u>2</u>

Einfache Kovarianzanalyse

Karte I

001 *LBLA			057 RCLA	
002 CLRG			058 +	
003 P+S	Vorbereitungsschritte		059 STOA	
004 CLRG			060 RCL5	
005 P+S			061 RCLB	
006 CF0			062 +	
007 0			063 STOB	
008 STOB			064 RCL6	
009 RTN			065 RCLC	
010 *LBLB			066 +	
011 P+S	Für neues i		067 STOC	
012 0			068 RCL7	
013 STOA			069 RCLD	
014 STOB			070 +	
015 STOC			071 STOD	
016 STOD			072 RCL8	
017 STOE			073 RCLE	
018 STOF			074 +	
019 P+S			075 STOE	
020 ISZI			076 P+S	
021 RCLI			077 RCL9	Σn_j
022 GSB0			078 ST+0	
023 GSB1			079 P+S	
024 RTN			080 ST+0	
025 *LBL9	Unterprogramm =		081 RCL4	$\Sigma \frac{(\Sigma x_{ij})^2}{n_i}$
026 R4	x _{ij} , y _{ij} drücken		082 P+S	
027 PRTX			083 GSB8	
028 RT			084 P+S	
029 PRTX			085 RCL6	$\Sigma \frac{(\Sigma y_{ij})^2}{n_i}$
030 RTN			086 GSB8	
031 *LBL8	Flag 0 für AUTO-		087 RCL4	
032 SF0	Modus setzen		088 RCL6	
033 1			089 *	
034 STOB			090 RCL9	
035 RTN			091 ÷	
036 *LBLD	Berichtigung für x _{im} ,		092 P+S	
037 F00	y _{im}		093 ST+5	
038 GSB9			094 P+S	
039 XZY			095 RCL6	
040 Σ-			096 RCL4	
041 STOF			097 P+S	
042 GSB0			098 GSB0	s _{xi}
043 GSB1			099 R/S	
044 RTN			100 R4	
045 *LBLC	Eingabe für x _{ij} , y _{ij}		101 GSB0	
046 F00			102 GSB1	s _{yj}
047 GSB9			103 R/S	
048 XZY			104 *LBL6	
049 Σ+			105 XZ	
050 STOF			106 RCL9	
051 GSB0			107 ÷	
052 GSB1			108 ST+2	
053 RTN			109 RTN	
054 *LBLA			110 *LBLA	TSS _x
055 P+S			111 RCLB	
056 RCL4			112 RCLA	

REGISTERS																				
0	En _j	1	TSS _x	2	belegt	3	WSS _x	4	TSP _i	5	belegt	6	WSP	7	WSS _y	8	1 oder 0	9	j	
S0	En _i	S1	TSS _y	S2	belegt	S3	WSS _y	S4	Σx _{ij}	S5	Σx _{ij} ²	S6	Σy _{ij}	S7	Σy _{ij} ²	S8	Σx _{ij} y _{ij}	S9	n _i ≠ j	
A	ΣΣx _{ij}		B		ΣΣx _{ij} ²		C		ΣΣy _{ij}		D		ΣΣy _{ij} ²		E		ΣΣx _{ij} y _{ij}		I	i = 1, 2, ..., k

113	GSB7			169	-		
114	R/S	ASS _x		170	=		
115	RCL2			171	=		
116	RCLA			172	GSB0		
117	GSB6			173	R/S		
118	R/S	WSS _x		174	P/S		
119	-			175	RCL2		
120	STO3			176	RCL1		
121	GSB0			177	1		
122	GSB1			178	-		
123	R/S			179	=		
124	*LBL6	TSS _y		180	RCL3		
125	RCLD			181	P/S		
126	RCLC			182	RCL0		
127	P/S			183	RCL1		
128	GSB7			184	-		
129	P/S			185	=		
130	R/S	ASS _y		186	=		F _y
131	P/S			187	GSB0		
132	RCL2			188	R/S		
133	RCLC			189	RCL1		
134	GSB6			190	1		
135	P/S			191	-		
136	R/S			192	GSB0		df ₁
137	-			193	R/S		
138	P/S	WSS _y		194	RCL0		
139	STO3			195	RCL1		
140	P/S			196	-		df ₂
141	GSB0			197	GSB0		
142	GSB1			198	GSB1		
143	R/S			199	RTN		
144	*LBL7	Für (TSS) _x oder y		200	*LBL0		Druck/Anzeige-Routine
145	X ²			201	F0?		
146	RCL0			202	PRTX		
147	=			203	RTN		
148	-			204	*LBL1		
149	STO1			205	F0?		Unterprogramm für
150	GSB0			206	SPC		Leerzeile
151	RTN			207	RTN		
152	*LBL6	Für (ASS) _x oder y					
153	X ²						
154	RCL0						
155	=						
156	-						
157	STO2						
158	GSB0						
159	RTN						
160	*LBL6						
161	RCL2						
162	RCL1						
163	1						
164	-						
165	=						
166	RCL3						
167	RCL0						
168	RCL1	F _x					

LABELS					FLAGS	SET STATUS				
A Start	B Neues i	C $x_{ij} \uparrow y_{ij} (\Sigma^+)$	D $x_{im} \uparrow y_{im} (\Sigma^-)$	E $s_{xi}; s_{yi}$	0 Druck	FLAGS		TRIG	DISP	
^a TSS _x ; ...	^b F _x ; ...	^c	^d	^e Druck	^f	0	<input type="checkbox"/> ON	<input checked="" type="checkbox"/> OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
⁰ Druck	¹ Leerzeile	²	³	⁴	²	1	<input type="checkbox"/> ON	<input checked="" type="checkbox"/> OFF	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
⁵	⁶ ASS _x	⁷ TSS _x	⁸ $\Sigma \Sigma x_{ij} / n_j$	⁹ Druck $x_{ij}; y_{ij}$	³	2	<input type="checkbox"/> ON	<input checked="" type="checkbox"/> OFF	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						3	<input type="checkbox"/> ON	<input checked="" type="checkbox"/> OFF		n <u>2</u>

Einfache Kovarianzanalyse

Karte II

001 *LBL1			057 =		
002 GSB2			058 GSB0		AMS _y
003 RCL2			059 R/S		
004 RCL4			060 RCL7		
005 RCL0			061 RCL0		
006 "			062 RCL1		WMS _y
007 RCL0			063 -		
008 =			064 1		
009 -	TSP		065 -		
010 ST04			066 =		
011 GSB0			067 GSB0		
012 R/S			068 R/S		F
013 RCL5			069 =		
014 RCL4			070 GSB0		
015 RCL0			071 R/S		
016 *			072 RCL1		
017 RCL0			073 1		df ₃
018 =	ASP		074 -		
019 -			075 GSB0		
020 GSB0			076 R/S		
021 R/S			077 RCL0		
022 -	WSP		078 RCL1		
023 ST06			079 -		df ₄
024 GSB0			080 1		
025 GSB1			081 -		
026 RTN			082 GSB0		
027 *LBL4			083 GSB1		
028 P/S			084 RTN		
029 RCL1			085 *LBL0		Druck/Anzeige-Routine
030 P/S			086 F00		
031 RCL4			087 PRTX		
032 X?			088 RTN		
033 RCL1			089 *LBL1		Unterprogramm für Leerzeile
034 =	TSS _y		090 F00		
035 -			091 SPC		
036 GSB0			092 RTN		
037 R/S			093 *LBL2		Flag 0 für AUTO-Modus setzen
038 P/S			094 CF0		
039 RCL3			095 RCL8		
040 P/S			096 1		
041 RCL6			097 X=Y?		
042 X?			098 SF0		
043 RCL3			099 RTN		
044 =					
045 -	WSS _y				
046 ST07					
047 GSB0					
048 R/S					
049 -	ASS _y				
050 GSB0					
051 GSB1					
052 R/S					
053 *LBL5					
054 RCL1					
055 1					
056 -					

REGISTERS									
⁰ Σn _i	¹ TSS _x	² belegt	³ WSS _x	⁴ TSP _i	⁵ belegt	⁶ WSP	⁷ WSS _y	⁸ 1 oder 0	⁹ j
^{S0} Σn _j	^{S1} TSS _y	^{S2} belegt	^{S3} WSS _y	^{S4} Σx _{ij}	^{S5} Σx _{ij} ²	^{S6} Σy _{ij}	^{S7} Σy _{ij} ²	^{S8} Σx _{ij} y _{ij}	^{S9} n _i ≠ j
^A ΣΣx _{ij}	^B ΣΣx _{ij} ²		^C ΣΣy _{ij}		^D ΣΣy _{ij} ²		^E ΣΣx _{ij} y _{ij}		ⁱ i = 1, 2, ..., k

LABELS										FLAGS					SET STATUS				
A	B	C	D	E	0	1	2	3	4	Druck									
a	b	c	d	e	0	1	2	3	4	Druck									
0	Druck	1	Leerzeile	2	Druck	3		4		ON	OFF	DEG	TRIG	DISP	FIX	SCI	ENG	n	
5		6		7		8		9		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2					
										<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
										<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
										<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Normalverteilung und invertiertes Normalverteilungsintegral

Karte I

001	*LBLA				057	3				
002	.				058	CHS				
003	3				059	STO7				
004	3		r		060	.				
005	1				061	3				
006	6				062	1				
007	4				063	9				
008	1				064	3			b ₁	
009	9				065	8				
010	STO3				066	1				
011	1				067	5				
012	.				068	3				
013	3		b ₅		069	STO8				
014	3				070	PS9				
015	8				071	2				
016	3				072	.				
017	7				073	5				
018	4				074	1			c ₀	
019	4				075	5				
020	3				076	5				
021	9		Konstanten für Normalverteilung speichern		077	1				
022	STO4				078	7				
023	1				079	STO1				
024	.				080	.				
025	8				081	8				
026	3				082	8				
027	1				083	2			c ₁	
028	3		b ₄		084	8				
029	5				085	5				
030	9				086	3				
031	5				087	STO2				
032	7				088	.				
033	8				089	0				
034	CHS				090	1			c ₂	
035	STO5				091	8				
036	.				092	3				
037	.				093	2				
038	7				094	8				
039	8		b ₃		095	STO3			Konstanten für inverse Normalverteilung speichern	
040	1				096	1				
041	4				097	.				
042	7				098	4				
043	7				099	3				
044	9				100	2				
045	3				101	7			d ₁	
046	7				102	8				
047	STO6				103	8				
048	.				104	STO4				
049	3				105	.				
050	5				106	1				
051	6		b ₂		107	8				
052	5				108	9			d ₂	
053	6				109	2				
054	3				110	6				
055	7				111	9				
056	8				112	STO5				
REGISTERS										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
			r	b ₅	b ₄	b ₃	b ₂	b ₁		
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	
	c ₀	c ₁	c ₂	d ₁	d ₂	d ₃				
A	B	C	D	E						

113	.			
114	0			
115	0			
116	1	d ₃		
117	3			
118	0			
119	8			
120	STO6			
121	P25			
122	0			
123	STO6			
124	STO6			
125	RTN			

LABELS					FLAGS	SET STATUS				
A	B	C	D	E	0	FLAGS		TRIG	DISP	
Start						ON	OFF			
a	b	c	d	e	1	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
0	1	2	3	4	2	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
5	6	7	8	9	3	2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>

Normalverteilung und invertiertes Normalverteilungsintegral

Karte II

<pre> 001 *LBLB 002 1 003 STOA 004 RTN 005 *LBLC 006 GSB9 007 STOI 008 ENT↑ 009 x 010 2 011 + 012 CHS 013 e^x 014 P↓ 015 2 016 x 017 - 018 + 019 STOI 020 GSB9 021 GSB6 022 GSB3 023 RCL2 024 RTN 025 *LBLD 026 GSB9 027 STOI 028 GSB5 029 GSB0 030 RCL1 031 X<0° 032 GTOI 033 SF0 034 *LBLC 035 1 036 RCL1 037 RCL3 038 x 039 + 040 1/x 041 ENT↑ 042 ENT↑ 043 ENT↑ 044 RCL4 045 x 046 RCL5 047 + 048 = 049 RCL6 050 + 051 x 052 RCL7 053 + 054 x 055 RCL8 056 + </pre>	<p>Für Druck/Anzeige 1 nach R_A speichern</p> <p>x eingeben und f(x) berechnen</p> <p>x eingeben und Q(x) berechnen</p> <p>t</p>	<pre> 057 x 058 RCL2 059 x 060 F0° 061 GSB9 062 F0° 063 GSB6 064 RTN 065 *LBL1 066 CF0 067 RCL1 068 CHS 069 STOI 070 GSB0 071 1 072 X<Y 073 - 074 STOI 075 GSB9 076 GSB6 077 RCL9 078 RTN 079 *LBLB 080 GSB9 081 X<0° 082 GTOI 083 1 084 X<Y0 085 GTOI 086 R↓ 087 . 088 5 089 X<Y 090 X<Y0 091 GSB8 092 ENT↑ 093 x 094 1/x 095 LN 096 FN 097 P=0 098 STOI 099 RCL3 100 x 101 RCL2 102 + 103 RCL7 104 x 105 RCL1 106 + 107 RCL7 108 RCL6 109 x 110 RCL5 111 + 112 RCL7 </pre>	<p>Q(x) eingeben und x berechnen</p>						
REGISTERS									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	x	f(x)	r	b ₅	b ₄	b ₃	b ₂	b ₁	
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
	C ₀	C ₁	C ₂	d ₁	d ₂	d ₃	t		
A 1 für Druck 0 für kein Druck		B 1 für R _A ¹ 0 für R _A ⁰		C	D	E			

113	x			169	RTN	1 wieder nach RA speichern
114	RCL4			170	*LBL2	
115	+			171	1	
116	RCL7			172	STDA	
117	x			173	RTH	
118	1					
119	+					
120	=					
121	RCL7					
122	X=Y					
123	-					
124	P29					
125	F12					
126	CHS					
127	GSB9					
128	GSB6					
129	CF1					
130	RTN					
131	*LBL8	Für (1-Q)				
132	SF1					
133	1					
134	-					
135	CHS					
136	RTN					
137	*LBL9	Druck/Anzeige- Routine				
138	RCLA					
139	X>0?					
140	GSB7					
141	R↓					
142	RTN					
143	*LBL7					
144	R↓					
145	PRTX					
146	R↑					
147	RTN					
148	*LBL6	Unterprogramm für Leerzeile				
149	RCLA					
150	X>0?					
151	SPC					
152	R↓					
153	RTN					
154	*LBL5	RA für die Berechnung von Q(x) löschen				
155	RCLA					
156	X>0?					
157	GSB4					
158	R↓					
159	RTN					
160	*LBL4					
161	STDB					
162	CLX					
163	STDA					
164	RTN					
165	*LBL3					
166	RCLB					
167	X>0?					
168	GSB2					

LABELS					FLAGS	SET STATUS			
A	B Druck?	C $x \rightarrow f(x)$	D $x \rightarrow Q(x)$	E $Q(x) \rightarrow x$	F x positiv	FLAGS		TRIG	DISP
a	b	c Q(x)	d	e	1 $Q(x) > 0,5$	0 <input type="checkbox"/> ON <input checked="" type="checkbox"/> OFF		DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
0 Fehler	1 $x < 0$	2 $1 \rightarrow R_A$	3 $R_B?$	4 $0 \rightarrow R_A$	2	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
5 $R_A \rightarrow R_B$	6 Leerzeile	7 Druck	8	9 Druck	3	2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>			n <u>2</u>

Chi-Quadrat-Verteilung

001 *LBLA		057 Y*							
002 CLRC	Vorbereitungsschritte	058 RCL2							
003 CF0		059 2							
004 CF1		060 ÷							
005 0		061 CHS							
006 RTN	Flag 0 für AUTO-Modus setzen	062 e*							
007 *LBLB		063 x							
008 SF0		064 2							
009 1		065 RCL1							
010 RTN		066 Y*							
011 *LBLE		067 ÷							
012 GSB0	V eingeben	068 RCL3							
013 1		069 ÷							
014 ST03	$P\left(\frac{V}{2}\right)$ berechnen	070 ST05							
015 X=Y		071 F1?							
016 2		072 GSB9							
017 ÷		073 F1?							
018 ST01		074 GSB0							
019 INT		075 CF1							
020 LSTX		076 RTN							
021 X=Y?		077 *LBLE							
022 GT01		078 GSB0	x eingeben, P(x) berechnen						
023 1		079 RCL2							
024 -		080 RCL1							
025 N!		081 ÷							
026 GSB9		082 STx5							
027 GSB0		083 2							
028 ST03		084 RCL1							
029 R/S		085 x							
030 *LBL1		086 ST06							
031 .		087 1							
032 5		088 ST04							
033 X=Y?		089 *LBL3							
034 GT02		090 RCL2							
035 X=Y		091 RCL6							
036 1		092 2							
037 -		093 +							
038 STx3		094 ST06							
039 GT01		095 ÷							
040 *LBL2		096 RCL4							
041 P!		097 x							
042 FX		098 ST04							
043 RCL3		099 +							
044 x		100 X=Y?							
045 ST03		101 GT03							
046 GSB9		102 RCL5							
047 GSB0		103 x							
048 R/S		104 GSB9							
049 *LBLE		105 GSB0							
050 SF1	x eingeben, f(x) berechnen	106 RTN							
051 *LBLe		107 *LBL9	Druck/Anzeige-Routine						
052 GSB9		108 F0?							
053 ST02		109 PRTX							
054 RCL1		110 RTN							
055 1		111 *LBLE							
056 -		112 F0?							
REGISTERS									
0	1 u/2	2 x	3 I, Γ(u/2)	4 belegt	5 f(x)	6 belegt	7	8	9
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A	B	C	D	E					

113	SPC	Unterprogramm für Leerzeile				
114	RTN					
LABELS						
^A Start	^B Druck?	^C $v \rightarrow \Gamma(v/2)$	^D $x \rightarrow f(x)$	^E $x \rightarrow P(x)$	^G Druck	SET STATUS
^a	^b	^c	^d	^e $f(x)$	¹ $P(x)$	FLAGS
⁰	¹ $v = ?/2$	² $\Gamma(1/2)$	³ $P(x)$	⁴	²	ON OFF
⁵	⁶	⁷	⁸ Leerzeile	⁹ Druck	³	DEG <input checked="" type="checkbox"/>
						GRAD <input type="checkbox"/>
						RAD <input type="checkbox"/>
						FIX <input checked="" type="checkbox"/>
						SCI <input type="checkbox"/>
						ENG <input type="checkbox"/>
						n <u>2</u>

113	ST04			169	Pi	
114	RCL0			170	=	
115	2			171	RCL7	
116	X=Y?			172	+	
117	GT08			173	RCLA	
118	=			174	GT06	
119	1			175	RTN	
120	-			176	*LBL9	
121	ST01			177	RCL7	
122	1			178	RCLA	
123	ST06			179	GT06	
124	*LBL3			180	RTN	
125	RCL3			181	*LBL8	
126	x			182	RCL4	
127	RCL5			183	RCLA	
128	1			184	GT06	
129	+			185	RTN	
130	x			186	*LBL6	Für x ≤ 0
131	LSTX			187	X>0?	P(x) aus R(x) berechnen
132	1			188	GT00	
133	+			189	X=Z	
134	ST05			190	1	
135	=			191	-	
136	ST+6			192	CHS	
137	DSZI			193	2	
138	GT03			194	=	
139	RCL6			195	GSB7	
140	RCL4			196	GSB5	
141	x			197	RTN	
142	F1?			198	*LBL0	P(x) für x > 0 berechnen
143	GT0e			199	X=Z	
144	RCLA			200	1	
145	GT06			201	+	
146	*LBLe			202	2	
147	RTN			203	=	
148	*LBL4			204	GSB7	
149	RCL2			205	GSB5	
150	2			206	RTN	
151	x			207	*LBL7	Druck/Anzeige- Routine
152	Pi			208	F0?	
153	=			209	PRTX	
154	ST07	Für v ungerade		210	RTN	
155	RCL0			211	*LBL5	
156	1			212	F0?	Unterprogramm für Leerzeile
157	ST05			213	SPC	
158	ST-0			214	RTN	
159	X=Y?					
160	GT09					
161	SF1					
162	GSB6					
163	CF1					
164	RCL2					
165	COS					
166	x					
167	2					
168	x					

LABELS					FLAGS	SET STATUS			
A Start	B Druck	C v →	D x → f(x)	E x → f(x)	0 Druck	FLAGS		TRIG	DISP
^d v/2 g'zahlig	^v gerade	^c	^d	^e	¹ v ungerade	ON OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>	
⁰ P(x), x > 0	¹ v/2 n. g'zahl	² √πx	³ gerade	⁴ ungerade	²	0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>	
⁵ Leerzeile	⁶ P(x), x ≤ 0	⁷ Druck	⁸ f. gerade	⁹ f. v ungerade	³	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>	
						2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>	
						3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>			

F-Verteilung

001 *LBLA			057 RCL4	
002 CLRG			058 GSB9	
003 CF0	Vorbereitungsschritte		059 RTN	
004 CF1			060 *LBL5	
005 0			061 1	
006 RTN			062 ST05	
007 *LBLB	Flag 0 für AUTO-Modus setzen		063 RCL3	V ₁ gerade
008 SF0			064 -	
009 1			065 ST03	
010 RTN	V ₁ eingeben		066 RCL2	
011 *LBLE			067 2	
012 ST01			068 ÷	
013 GSB9			069 ×	
014 RTN			070 ST+5	
015 *LBLE	V ₂ eingeben		071 DSZ1	
016 ST02			072 GT03	
017 GSB9			073 GT02	
018 RTN			074 *LBL3	
019 *LBLE	x eingeben		075 RCL2	
020 GSB9			076 2	
021 ST06			077 +	
022 ENT↑			078 ST02	
023 RCL1			079 RCL7	
024 ×			080 2	
025 RCL2			081 +	
026 +			082 ST07	
027 RCL2			083 ÷	
028 X=Y			084 RCL3	
029 ÷			085 ×	
030 ST03			086 ×	
031 RCL1			087 ST+5	
032 2			088 DSZ1	
033 ÷			089 GT03	
034 FRC			090 *LBL2	V ₁ gerade
035 0			091 RCL5	
036 X=Y			092 RCL4	
037 GTO d	Falls V geradzahlig → GTO d, sonst GTO e		093 ×	
038 GTO e			094 F1?	
039 RTN			095 GSB9	
040 *LBL d			096 F1?	
041 RCL3			097 GSB8	
042 RCL2			098 RTN	
043 2			099 *LBL e	
044 ST07			100 CF1	
045 ÷			101 RCL1	
046 YX	Für v ₁ gerade		102 RCL2	
047 ST04			103 ST01	V ₁ ungerade
048 RCL1			104 X=Y	
049 2			105 ST02	
050 -			106 1	
051 2			107 RCL3	
052 ÷			108 -	
053 ST01			109 ST03	
054 0			110 GSB d	
055 X=Y?			111 SF1	
056 ST05			112 1	

REGISTERS									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	V ₁ oder V ₂	V ₂ oder V ₁	t, 1-t	tV ² /2 od. tV	belegt	x	belegt	belegt	belegt
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A	B	C	D	E	belegt				

113	X=Y								
114	-								
115	GSB9								
116	GSB8								
117	R/S								
118	*LBL9								
119	F00								
120	PRTX								
121	RTN								
122	*LBL8								
123	F00								
124	SPC								
125	RTN								
		Druck/Anzeige-Routine							
		Unterprogramm für Leerzeile							
LABELS					FLAGS	SET STATUS			
^A Start	^B Druck?	^C V ₁ →	^D V ₂ →	^E x → P(x)	⁰ Druck	FLAGS		TRIG	DISP
^a	^b	^c	^d V ₁ gerade	^e V ₁ ungerade	^f V ₁ gerade	ON	OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
⁰	¹	² Ausgabe	³ für P(x)	⁴	²	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
⁵ für P(x)	⁶	⁷	⁸ Leerzeile	⁹ Druck	³	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>

Multiple linear Regression

001 *LBLA		057 X ²							
002 CLR6		058 GSB2							
003 CF0	Vorbereitungsschritte	059 ST+1							
004 CF1		060 RTN							
005 0		061 *LBLA							
006 RTN		062 RCL0							
007 *LBLC		063 RCL4							
008 STOC		064 X							
009 R4		065 RCL7							
010 STOB		066 X ²							
011 R4		067 -							
012 STOA		068 STOD							
013 GSB7		069 RCL0							
014 7		070 RCL3							
015 STOI		071 X							
016 R4	x _i , y _i , z _i eingeben	072 RCL9							
017 GSB1		073 RCL9							
018 8		074 X							
019 STOI		075 -							
020 RCLB	Σx _i , Σy _i , Σz _i , Σx _i ² ,	076 X							
021 GSB9	Σy _i ² , Σz _i ² , Σx _i y _i ,	077 STOC							
022 GSB1	Σy _i z _i , Σz _i x _i berechnen	078 RCL0							
023 9		079 RCL1	a, b, c berechnen						
024 STOI		080 X							
025 RCLC		081 RCL7							
026 GSB9		082 RCL8							
027 GSB1		083 X							
028 RCLA		084 -							
029 RCLB		085 STOA							
030 X		086 RCL0							
031 GSB2		087 RCL2							
032 ST+1		088 X							
033 RCLA		089 RCL7							
034 RCLC		090 RCL9							
035 X		091 X							
036 GSB2		092 -							
037 ST+2		093 STOB							
038 RCLB		094 X							
039 RCLC		095 RCLC							
040 X		096 X ² Y							
041 GSB2		097 -							
042 ST+3		098 RCLD							
043 1		099 RCL0							
044 GSB2		100 RCL5							
045 ST+0		101 X							
046 RCL0		102 RCL8							
047 GSB9		103 X ²							
048 RTN		104 -							
049 *LBL1		105 X							
050 GSB2	Unterprogramm für	106 RCLA							
051 ST+1	Σx _i , Σx _i ² ...	107 X ²							
052 RCL1		108 -							
053 3		109 ÷							
054 -		110 STOC							
055 STOI		111 RCLB							
056 R4		112 RCLA							
REGISTERS									
0 n	1 Σx _i y _i	2 Σx _i z _i	3 Σy _i z _i	4 Σx _i ²	5 Σy _i ²	6 Σz _i ²	7 Σz _i ²	8 Σy _i	9 Σz _i
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A belegt, a	B belegt, b		C z _i , B in b, c		D [nΣx _i ² - (Σx _i) ²]		E nΣx _i ² - (Σx _{ij}) ²		

113	RCLC			169	GSB9				
114	x			170	ENT↑		Schätzwert z berechnen		
115	-			171	RCLC				
116	RCLD			172	x				
117	=			173	X↔Y				
118	STOE			174	RCLB				
119	RCL9			175	x				
120	RCLC			176	+				
121	RCL8			177	RCLA				
122	x			178	+				
123	-			179	GSB9				
124	RCLB			180	RTN				
125	RCL7			181	*LBLc		$\Sigma x_i, \Sigma y_i, \Sigma z_i$		
126	x			182	F0?				
127	-			183	SPC				
128	RCL0			184	6				
129	=	a		185	STOI				
130	STOA			186	GT08				
131	GSB7			187	RTN				
132	R/S	b		188	*LBLd		$\Sigma x_i^2, \Sigma y_i^2, \Sigma z_i^2$		
133	RCLB			189	3				
134	GSB9			190	STOI				
135	R/S	c		191	GSB8				
136	RCLC			192	RTN				
137	GSB9			193	*LBLe		$\Sigma x_i y_i, \Sigma x_i z_i, \Sigma y_i z_i$		
138	R/S			194	0				
139	*LBLa			195	STOI				
140	RCLA			196	GSB8				
141	RCL9			197	RTN				
142	x			198	*LBL8				
143	RCLB			199	ISZI				
144	RCL2			200	RCLi		Druck für LBL a, LBL b, LBL c		
145	x			201	GSB9				
146	+			202	R/S				
147	RCLC			203	GT08				
148	RCL3		R ² berechnen	204	RTN				
149	x			205	*LBLD				
150	+			206	SF1				
151	RCL9			207	GSBC				
152	X ²			208	CF1		Für Berichtigung von X _k , Y _k , Z _k		
153	RCL0			209	RTN				
154	=			210	*LBLB				
155	-			211	SF0				
156	RCL6			212	1		Flag 0 für AUTO- Modus setzen		
157	RCL9			213	RTN				
158	X ²			214	*LBL7				
159	RCL0			215	F0?				
160	=			216	SPC				
161	-			217	*LBL9				
162	=			218	F0?		Unterprogramm Leerzeile und Druckroutine		
163	GSB7			219	PRTX				
164	RTN			220	RTN				
165	*LBLb			221	*LBL2				
166	X↔Y			222	F1?		Vorzeichenwechsel für Berichtigung		
167	GSB7			223	CHS				
168	X↔Y			224	RTN				
LABELS					FLAGS		SET STATUS		
A Start	B Druck?	C Eingeben	D Korrektur	E → a; b; c	0 Druck	FLAGS		TRIG	DISP
a → R ²	b x↑y → z	c → Σx _i , ...	d → Σx _i ² , ...	e Σx _i y _i , ...	1 Korrektur	ON OFF			
	1 Σx _i , Σx _i ²	2 CHS	3	4	2	0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>	
						1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>	
						2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>	
						3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>	

Approximation von Funktionen durch Polynome

Karte II

<pre> 001 *LBLα 002 R↑ 003 R↑ 004 3 005 + 006 ENT↑ 007 ENT↑ 008 5 009 - 010 ÷ 011 2 012 x 013 3 014 = 015 RCL7 016 + 017 ST07 018 RCL4 019 x 020 ST-2 021 LSTX 022 RCL9 023 x 024 ST04 025 R↑ 026 R↑ 027 4 028 + 029 ENT↑ 030 ENT↑ 031 7 032 - 033 ÷ 034 3 035 x 036 4 037 ÷ 038 RCL6 039 XZY 040 x 041 ST06 042 LSTX 043 RCL8 044 x 045 ST08 046 R↑ 047 ENT↑ 048 ENT↑ 049 ENT↑ 050 3 051 - 052 = 053 7 054 x 055 4 056 = </pre>	<p>Fortsetzung</p>	<pre> 057 RCL7 058 XZY 059 x 060 ST+8 061 LSTX 062 RCL9 063 x 064 RCL5 065 x 066 ST05 067 LSTX 068 STx8 069 RCL6 070 x 071 ST+1 072 RCL8 073 ST-3 074 *LBLB 075 RCLα 076 Xx0? 077 SF0 078 1 079 R/S 080 *LBLB 081 XZY 082 GSB9 083 XZY 084 GSB8 085 - 086 ST08 087 LSTX 088 2 089 x 090 + 091 RCL8 092 ÷ 093 ST06 094 2 095 RCL8 096 ÷ 097 ST08 098 RCL1 099 RCL6 100 RCL2 101 x 102 + 103 RCL6 104 ENT↑ 105 x 106 RCL3 107 x 108 + 109 ST01 110 RCL2 111 RCL6 112 RCL3 </pre>							
REGISTERS									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	b ₀ , c ₀ , d ₀	b ₁ , c ₁ , d ₁	b ₂ , c ₂ , d ₂	b ₃ , c ₃ , d ₃	b ₄ , c ₄ , d ₄	β	,	α	
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
I für Druck/Anz.									

XN, x0 eingeben

113	x			169	RCL1		
114	2			170	GSB9		d ₀ , d ₁ , d ₂ , d ₃ , d ₄ ausgeben
115	x			171	R/S		
116	+			172	RCL2		
117	ST02			173	GSB9		
118	RCL4			174	R/S		
119	RCL6			175	RCL3		
120	x			176	GSB9		
121	3			177	R/S		
122	x			178	RCL4		
123	ST+3			179	GSB9		
124	RCL6			180	R/S		
125	x			181	RCL5		
126	ST+2			182	GSB9		
127	3			183	R/S		
128	=			184	RTN		
129	RCL6			185	*LBLd		
130	x			186	GSB9		x eingeben, y berechnen
131	ST+1			187	ST07		
132	RCL5			188	RCL2		
133	RCL6			189	x		
134	x			190	RCL7		
135	4			191	X ²		
136	x			192	RCL3		
137	ST+4			193	x		
138	RCL6			194	+		
139	x			195	RCL7		
140	1			196	3		
141	.			197	Y*		
142	5			198	RCL4		
143	x			199	x		
144	ST+3			200	+		
145	LSTX			201	RCL7		
146	=			202	X ²		
147	RCL6			203	X ²		
148	x			204	RCL5		
149	ST+2			205	x		
150	4			206	+		
151	=			207	RCL1		
152	RCL6			208	+		
153	x			209	GSB8		
154	ST+1			210	RTN		
155	RCL8			211	*LBL9		Unterprogramm für Druck und Leerzeile
156	CHS			212	F0?		
157	ENT↑			213	SPC		
158	ENT↑			214	*LBL8		
159	ENT↑			215	F0?		
160	ST×2			216	PRTX		
161	x			217	RTN		
162	ST×3						
163	x						
164	ST×4						
165	x						
166	ST×5						
167	R/S						
168	*LBLc						

LABELS					FLAGS	SET STATUS			
A	B	C	D	E	0	FLAGS		TRIG	DISP
Fortsetzung	Flag 0 setzen x ₀ ↑	→ d ₀ ; d ₁	x → y		Druck	ON OFF			
0	1	2	3	4	2	0	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
						1	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
						2	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						3	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>
			Druck	belegt					

t-Test

<p>001 *LBLA 002 CF0 003 e 004 ST01 005 ST02 006 ST03 007 RTN 008 *LBLC 009 F00 010 GSB9 011 - 012 ST+2 013 X² 014 ST+3 015 RCL1 016 1 017 + 018 ST01 019 GSB0 020 RTN 021 *LBLC 022 RCL2 023 RCL1 024 = 025 GSB1 026 GSB0 027 R/S 028 RCL3 029 RCL2 030 X² 031 RCL1 032 = 033 - 034 RCL1 035 1 036 - 037 = 038 JX 039 GSB0 040 R/S 041 RCL1 042 JX 043 = 044 = 045 GSB0 046 R/S 047 RCL1 048 1 049 - 050 GSB0 051 GSB1 052 RTN 053 *LBLD 054 F00 055 GSB9 056 -</p>	<p>Vorbereitungsschritte</p> <p>x_i, y_j für gepaarte Stichproben eingeben</p> <p>\bar{D}, S_D, t_1, df_1</p> <p>Berichtigung von x_k, y_k</p>	<p>057 ST-2 058 X² 059 ST-3 060 RCL1 061 1 062 - 063 ST01 064 GSB0 065 RTN 066 *LBLB 067 SF0 068 1 069 RTN 070 *LBL9 071 X²Y 072 SPC 073 PRTX 074 X²Y 075 PRTX 076 RTN 077 *LBLC 078 GSB0 079 ST+2 080 X² 081 ST+3 082 RCL1 083 1 084 + 085 ST01 086 GSB0 087 GSB1 088 RTN 089 *LBLC 090 ST07 091 RCL1 092 ST04 093 RCL2 094 ST05 095 RCL3 096 ST06 097 0 098 ST01 099 ST02 100 ST03 101 RCL7 102 GSB0 103 GSB1 104 RTN 105 *LBLD 106 RCL6 107 RCL5 108 X² 109 RCL4 110 = 111 - 112 RCL3</p>	<p>Flag 0 für AUTO-Modus setzen</p> <p>x_i, y_j ausgeben</p> <p>x_i oder y_j eingeben (unabhängige Stichproben)</p> <p>d eingeben</p>						
REGISTERS									
0 belegt	1 n, n ₁ , n ₂	2 belegt	3 belegt	4 n ₁	5 $\sum x_i$	6 $\sum x_i^2$	7 d	8 n ₁ + n ₂ - 2	9
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A		B		C		D		E	

113 +			169 *LBL1	
114 RCL2			170 F0?	
115 X²			171 SPC	Unterprogramm für
116 RCL1			172 RTN	Leerzeile
117 =				
118 -				
119 RCL1				
120 RCL4				
121 +		t ₂ , df ₂		
122 - 2				
123 -				
124 ST08				
125 +				
126 JX				
127 1				
128 RCL1				
129 =				
130 1				
131 RCL4				
132 =				
133 +				
134 JX				
135 X				
136 RCL5				
137 RCL4				
138 =				
139 RCL2				
140 RCL1				
141 =				
142 -				
143 RCL7				
144 -				
145 X=Y				
146 =				
147 GSB0				
148 R/S				
149 RCL8				
150 GSB0				
151 GSB1				
152 RTN				
153 *LBL6				
154 GSB0				
155 ST-2		Berichtigung von		
156 X²		x _k oder y _h		
157 ST-3				
158 RCL1				
159 1				
160 -				
161 ST01				
162 GSB0				
163 GSB1				
164 RTN				
165 *LBL8		Druck/Anzeige-		
166 F0?		Routine		
167 PRTX				
168 RTN				

LABELS					FLAGS	SET STATUS		
A Start	B Druck	C x _i ↑ y _j	D x _k ↑ y _k →	E → D̄, S _D ...	F Druck	SET STATUS		
a x _i oder y _j	b x _k oder y _k	c d →	d t ₂ ; df ₂	e	f	FLAGS	TRIG	DISP
g Druck	h Leerzeile	2	3	4	2	ON OFF		
5	6	7	8	9 x _i , y _j ausgeb.	3	0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
						1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
						2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>

Chi-Quadrat-Test

001 *LBLA			057 RCL3						
002 CF0		Vorbereitungsschritte	058 ÷						
003 CF1			059 ST-2						
004 0			060 RCL1						
005 ST01			061 1						
006 ST02			062 -						
007 ST03			063 ST01						
008 RTN			064 GSB8						
009 *LBLC			065 RTN						
010 F0?			066 *LBLa	Für gleiche erwartete Häufigkeiten					
011 GSB9			067 GSB8						
012 ST03		$\Sigma+$	068 ST+2						
013 -			069 X ²						
014 X ²			070 ST+3						
015 RCL3			071 RCL1						
016 ÷			072 1						
017 ST+2			073 +						
018 RCL1			074 ST01						
019 1			075 GSB8						
020 +			076 GSB7						
021 ST01			077 SF1						
022 GSB8			078 RTN						
023 RTN			079 *LBLk	Berichtigung von O _j					
024 *LBLl			080 GSB8						
025 F1?			081 ST-2						
026 ST01			082 X ²						
027 RCL2		χ_1^2	083 ST-3						
028 GSB7			084 RCL1						
029 GSB8			085 1						
030 GSB7			086 -						
031 RTN			087 ST01						
032 *LBL1			088 GSB8						
033 1			089 GSB7						
034 RCL1			090 RTN						
035 RCL3		χ_2^2	091 *LBLl	Flag 0 für AUTO-Modus setzen					
036 x			092 SF0						
037 RCL2			093 1						
038 ÷			094 RTN						
039 RCL2			095 *LBL9	O _j , E _j ausgeben					
040 -			096 SPC						
041 GSB7			097 X ² Y						
042 GSB8			098 PRTX						
043 RTN			099 X ² Y						
044 *LBLd			100 PRTX						
045 RCL2			101 RTN						
046 RCL1		E	102 *LBLc	Flag 1 für gleiche erhoffte Frequenzen					
047 ÷			103 SF1						
048 GSB8			104 STOe						
049 GSB7			105 RTN						
050 RTN			106 *LBL8	Druck/Anzeige-Routine					
051 *LBLD			107 F0?						
052 F0?		Berichtigung von O _j , E _j	108 PRTX						
053 GSB9			109 RTN						
054 ST03			110 *LBL7	Unterprogramm für Leerzeile					
055 -			111 F0?						
056 X ²			112 SPC						
REGISTERS									
0	1 n	2 belegt	3 belegt	4	5	6	7	8	9
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A	B	C	D	E					

113 RTN									
LABELS					FLAGS		SET STATUS		
^A Start	^B Druck	^C $O_i \uparrow E_i \rightarrow$	^D $O_k \uparrow E_k$	^E Z_1^2	⁰ Druck	FLAGS		TRIG	DISP
^a $O_j(\Sigma+)$	^b $O_h(\Sigma-)$	^c Z_2^2	^d E	^e	¹ gleich E_j	ON	OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
⁰	¹ Z_2^2	²	³	⁴	²	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
⁵	⁶	⁷ Leerzeile	⁸ Druck	⁹ Druck	³	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	n <u>2</u>	

Kontingenztafel (Unabhängigkeitstest)

<p>001 *LBLA 002 CLR6 003 CF0 004 CF1 005 0 006 RTN 007 *LBLB 008 F0? 009 GSB9 010 0 011 ST07 012 RJ 013 GSB0 014 RTN 015 *LBLD 016 RCL0 017 RCL4 018 x 019 RCL1 020 = 021 RCL0 022 RCL5 023 RCL2 024 = 025 x 026 + 027 RCL0 028 - 029 ST00 030 GSB7 031 R'S 032 RCL0 033 RCL0 034 RCL0 035 + 036 = 037 JX 038 GSB7 039 GSB6 040 RTN 041 *LBLB 042 RCL1 043 GSB7 044 R'S 045 RCL2 046 GSB7 047 R'S 048 + 049 GSB7 050 GSB6 051 RTN 052 *LBLC 053 SF1 054 GSB8 055 CF1 056 RTN</p>	<p>Vorbereitungsschritte</p> <p>x_{1j}, x_{2j} für $2 \times k$ eingeben</p> <p>$2 \times k \chi^2$</p> <p>$2 \times k C_c$</p> <p>$2 \times k R_1, R_2, T$</p> <p>$2 \times k$ Berichtigung</p>	<p>057 *LBLA 058 SF0 059 1 060 RTN 061 *LBL9 062 X=Y 063 PRTX 064 X=Y 065 PRTX 066 RTN 067 *LBLB 068 F0? 069 GSB8 070 ST00 071 F1? 072 CHS 073 ST+3 074 ST00 075 ST07 076 ENT+ 077 x 078 ST08 079 RJ 080 *LBL0 081 ST08 082 F1? 083 CHS 084 ST+2 085 ST+0 086 ST+7 087 ENT+ 088 x 089 ST09 090 RJ 091 ST0A 092 F1? 093 CHS 094 ST+1 095 ST+0 096 ST+7 097 ENT+ 098 x 099 RCL7 100 = 101 ST+4 102 RCL9 103 RCL7 104 = 105 ST+5 106 RCL8 107 RCL7 108 = 109 ST+6 110 1 111 F1? 112 CHS</p>	<p>Flag 0 für AUTO-Modus setzen x_{1j}, x_{2j} ausgeben</p> <p>$3 \times k$</p> <p>x_{1j}, x_{2j}, x_{3j} eingeben</p> <p>Eingabe von x_{1j}, x_{2j} für $3 \times k$ und $2 \times k$</p>						
REGISTERS									
⁰ T	¹ R ₁	² R ₂	³ R ₃	⁴ $\sum^2 x_{2j}/C_j$	⁵ $\sum^2 x_{2j}/C_j$	⁶ $\sum^2 x_{3j}/C_j$	⁷ C _j	⁸ x_{3j}^2	⁹ x_{2j}^2
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
^A x_{1j}	^B x_{2j}	^C x_{3j}	^D χ^2	^E k					

113	RCL E		169	RCL 0	
114	+		170	GSB 7	
115	STO E		171	RTN	
116	GSB 7		172	*LBL c	3 × k Berichtigung
117	GSB 6		173	SF 1	
118	CF 1		174	GSB 6	
119	R/S		175	CF 1	
120	RCL 7		176	RTN	
121	GSB 7		177	*LBL E	x_{1j}, x_{2j}, x_{3j} ausgeben
122	GSB 6		178	R ↓	
123	RTN		179	R ↓	
124	*LBL d		180	PRTX	
125	RCL 1		181	R ↑	
126	RCL 2		182	PRTX	
127	RCL 3		183	R ↑	
128	+		184	PRTX	
129	+		185	RTN	
130	STO 0	$3 \times k \chi^2$	186	*LBL 7	Druck/Anzeige- Modus
131	RCL 4		187	FB ?	
132	RCL 1		188	PRTX	
133	=		189	RTN	
134	STO 9		190	*LBL 6	Unterprogramm für Leerzeile
135	RCL 5		191	FB ?	
136	RCL 2		192	SPC	
137	=		193	RTN	
138	ST+9				
139	RCL 6				
140	RCL 3				
141	=				
142	ST+9				
143	RCL 9				
144	1				
145	-				
146	RCL 0				
147	x				
148	GSB 7				
149	R/S				
150	ENT ↑	$3 \times k C_c$			
151	ENT ↑				
152	RCL 0				
153	+				
154	=				
155	FX				
156	GSB 7				
157	GSB 6				
158	R/S				
159	*LBL e	$3 \times k R_1, R_2, R_3, T$			
160	RCL 1				
161	GSB 7				
162	R/S				
163	RCL 2				
164	GSB 7				
165	R/S				
166	RCL 3				
167	GSB 7				
168	R/S				

LABELS					FLAGS	SET STATUS		
^A Start	^B x_{1j}, x_{2j}	^C Korrektur	^D $\chi^2; C_c$	^E $R_1; R_2; T$	^F Druck			
^A Druck	^B $3 \times k$ eingeb.	^C Korrektur	^D $\chi^2; C_c$	^E $R_1; R_2$	^F Korrektur	FLAGS ON OFF 0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	TRIG DEG <input checked="" type="checkbox"/> GRAD <input type="checkbox"/> RAD <input type="checkbox"/>	DISP FIX <input checked="" type="checkbox"/> SCI <input type="checkbox"/> ENG <input type="checkbox"/> n <u>2</u>
^G	^H Eingabe	^I	^J	^K	^L			
^M	^N Leerzeile	^O Druck	^P Druck	^Q Druck	^R			

LABELS					FLAGS	SET STATUS		
A	B	C	D	E	0 Druck			
a	b	c	d	e	1 (Σ-)	ON OFF	TRIG	DISP
0	1	2	3	4	2	0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
5	6	7	8	9	3	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
						2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>

Statistische Qualitätskontrolle mit Kontrollkarten

001 *LBLA		057 R/S	
002 CLRG	Vorbereitungsschritte	058 *LBLB	
003 CF0		059 RCL5	
004 CF1		060 GSB9	
005 0		061 RTN	
006 RTN		062 *LBLc	
007 *LBLB	Für Druck/Anzeige, l in RE speichern	063 CF1	
008 1		064 RCL6	
009 ST0E		065 1	
010 RTN		066 +	
011 *LBLC		067 ST0E	
012 ST00		068 RCL2	\bar{x}_i
013 RCL4		069 RCL1	
014 ST0A		070 =	
015 RCL5		071 GSB9	
016 ST0B		072 ST+7	
017 RCL0		073 R/S	
018 GSB9		074 *LBLd	
019 F1?		075 RCL4	
020 ST01		076 RCL5	
021 0	x_{ij} eingeben	077 -	R_i
022 ST01		078 ST+8	
023 ST02		079 GSB9	
024 ST03		080 GSB7	
025 X=Y		081 R/S	
026 ST04		082 *LBLe	
027 ST05		083 RCL7	\bar{x}
028 SFI		084 RCL6	
029 *LBL1		085 =	
030 RCL4		086 GSB9	
031 X=Y		087 RTN	
032 X=Y?		088 *LBLf	
033 ST04		089 RCL8	
034 RCL5		090 RCL6	
035 X=Y		091 =	
036 X=Y?		092 ST03	\bar{R}
037 ST05		093 GSB9	
038 F0?		094 GSB7	
039 CHS		095 R/S	
040 ST+2		096 *LBLg	
041 X²		097 RCL3	
042 F0?		098 x	
043 CHS		099 RCL7	$L_{\bar{x}}$
044 ST+3		100 RCL6	
045 RCL1		101 =	
046 1		102 X=Y	
047 F0?		103 -	
048 CHS		104 GSB9	
049 +		105 R/S	
050 ST01		106 *LBLh	
051 GSB9		107 LSTX	$U_{\bar{x}}$
052 RTN		108 2	
053 *LBLB		109 x	
054 GSB7		110 +	
055 RCL4		111 GSB9	
056 GSB9	x_{max}, x_{min}	112 GSB7	

REGISTERS									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x_{ij}	n	Σx_{ij}	$\Sigma x_{ij}^2, \bar{R}$	x_{max}	x_{min}	m	$\Sigma \bar{x}_i$	ΣR_i	belegt
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A	B	C	D	E	I für Druck/Anz.				
letztes x_{max}		letztes x_{min}							

113	R/S				
114	*LBLd				
115	RCL3	LR			
116	x				
117	GSB9				
118	GSB7				
119	R/S				
120	*LBLe				
121	RCL3	UR			
122	x				
123	GSB9				
124	GSB7				
125	RTN				
126	*LBLD	Berichtigung von x _{jk}			
127	ST00				
128	RCLA				
129	ST04				
130	RCLB				
131	ST05				
132	RCL0				
133	SF0				
134	GSBC				
135	RCLA				
136	ST04				
137	RCLB				
138	ST05				
139	CF0				
140	RCL1				
141	RTN				
142	*LBL9	Druck/Anzeige- Routine			
143	RCL				
144	X>0?				
145	ST08				
146	R↓				
147	RTN				
148	*LBL8				
149	R↓				
150	PRTX				
151	RTN				
152	*LBL7	Unterprogramm für Leerzeile			
153	RCL				
154	X>0?				
155	SPC				
156	R↓				
157	RTN				

LABELS					FLAGS	SET STATUS		
^A Start	^B Druck	^C x _{ij} (Σ+)	^D x _{ik} (Σ-)	^E x _{max} , x _{min}	^F Korrektur			
^A x _{ij} , R _i	^B x̄, R̄	^C Lx̄, Ux̄	^D LR	^E UR	^F 1. Erg.	FLAGS	TRIG	DISP
	¹ j > 1	²	³	⁴	²	ON OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
						0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
		⁷ Leerzeile	⁸ Druck	⁹ Druck?	³	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>
						3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		

Operations-Charakteristik

001	*LBLA		057	=					
002	CF0		058	LSTX					
003	CLRG	Vorbereitungsschritte	059	RCL1					
004	0		060	RCL4					
005	RTN		061	-					
006	*LBLB	Flag 0 für AUTO-Modus setzen	062	RCL2					
007	SF0		063	-					
008	1		064	+					
009	RTN		065	=					
010	*LBLC	N speichern	066	RCL6					
011	GSB3		067	x					
012	ST01		068	ST06					
013	RTN		069	ST+7					
014	*LBLD		070	RCL3					
015	ST03	n, c für endliche Losgröße speichern	071	1					
016	X#Y		072	RCL8					
017	ST02		073	+					
018	GSB3		074	ST08					
019	X#Y		075	X#Y0					
020	GSB3		076	GT00					
021	RTN		077	1					
022	*LBL E		078	RCL7					
023	GSB4		079	X#Y0					
024	GSB3		080	X#Y					
025	RCL1		081	GSB3					
026	x		082	R/S					
027	INT		083	*LBL a					
028	ST04		084	-					
029	RCL1	Endliche Losgröße	085	LSTX					
030	RCL2		086	X#Y0					
031	GSB a		087	GSB9					
032	RCL1		088	ST05					
033	RCL4		089	1					
034	-		090	ST07					
035	RCL2		091	+					
036	GSB a		092	ST06					
037	R		093	CLX					
038	+		094	X=Y0					
039	ST05		095	GT08					
040	ST06		096	*LBL1					
041	ST07		097	R4					
042	RCL3		098	1					
043	0		099	RCL7					
044	ST08		100	+					
045	X=Y0		101	ST07					
046	GSB5		102	X#Y0					
047	*LBLB		103	GT07					
048	RCL4		104	RCL5					
049	-		105	X#Y					
050	RCL8		106	+					
051	RCL2		107	LSTX					
052	-		108	=					
053	x		109	RCL6					
054	RCL8		110	x					
055	1		111	ST06					
056	+		112	GT01					
REGISTERS									
0	1 N, n	2 n, p	3 c, f(0)	4 M	5 f(0)	6 ,c	7 ,Zähler	8 belegt	9
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A	B	C	D	E					

113	RTN			169	RCL8		
114	*LBL7			170	x		
115	RCL6			171	RCL4		
116	RTN			172	x		
117	*LBL8			173	ST04		
118	1			174	ST+5		
119	GSB3			175	RCL7		
120	RTN			176	1		
121	*LBL9			177	+		
122	ST06			178	ST07		
123	X=Y			179	RCL6		
124	RTN			180	X=Y?		
125	*LBLd	n, c für unendliche		181	GT02		
126	ST06	Losgröße speichern		182	1		
127	X=Y			183	RCL5		
128	ST01			184	X=Y?		
129	GSB3			185	X=Y		
130	X=Y			186	GSB3		
131	GSB3			187	R/S		
132	RTN			188	*LBL6		
133	*LBLe			189	RCL3		
134	ST02			190	GSB3		
135	GSB4			191	R/S		
136	GSB3			192	RTN		
137	ST02			193	*LBL5		
138	RCL2			194	RCL5		
139	1	Unendliche Losgröße		195	GSB3		
140	-			196	R/S		
141	CHS			197	RTN		
142	=			198	*LBL3		Druck/Anzeige- Routine
143	ST08			199	F0?		
144	LSTX			200	PRTX		
145	RCL1			201	RTN		
146	Y*			202	*LBL4		Unterprogramm für Leerzeile
147	ST03			203	F0?		
148	RCL6			204	SPC		
149	0			205	RTN		
150	ST07						
151	X=Y?						
152	GSB6						
153	CLX						
154	RCL1						
155	X=Y						
156	X>Y?						
157	GT06						
158	RCL3						
159	ST04						
160	ST05						
161	*LBL2						
162	RCL1						
163	RCL7						
164	-						
165	RCL7						
166	1						
167	+						
168	=						

LABELS					FLAGS	SET STATUS		
^A Start	^B Druck	^C N	^D n↑c →	^E p → Pa	⁰ Druck	FLAGS		DISP
^a f(x)	^b	^c	^d n↑c →	^e p → Pa	¹	ON OFF	TRIG	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
⁰ Pa	¹ f(x+1)	² Leerzeile	³ Druck	⁴	²	0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
⁵ c, f(0)	⁶ f(0)	⁷ c	⁸ 1	⁹ STO 6	³	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	n <u>2</u>
						3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		

113	R↓			169	ST05		
114	ST01			170	SPC		
115	R/S			171	PRTX		
116	*LBLb	P		172	R/S		
117	GSB8			173	*LBLc	T	
118	ST08			174	RCL8		
119	=			175	x		
120	ST03			176	PRTX		
121	PRTX			177	R/S		
122	R/S			178	*LBLd	Lq, Tq	
123	*LBLc			179	RCL5		
124	CLX			180	RCL1		
125	ST07			181	=		
126	1			182	1		
127	ST04			183	-		
128	ST05			184	RCL3		
129	ST06			185	1		
130	*LBL3			186	+		
131	RCL2			187	x		
132	RCL4			188	ST07		
133	X↔Y			189	1		
134	X↔Y			190	+		
135	RCL3			191	RCL1		
136	X↔Y			192	x		
137	=			193	SPC		
138	RCL1			194	PRTX		
139	RCL4			195	R/S		
140	-			196	*LBLd	Tq	
141	1	L, T		197	RCL8		
142	+			198	x		
143	x			199	PRTX		
144	RCL5			200	R/S		
145	x			201	*LBLe		
146	ST05			202	RCL7		
147	EEX			203	CHS		
148	CHS			204	SPC	F	
149	9			205	PRTX		
150	0			206	SPC		
151	X↔Y			207	R/S		
152	GT02			208	*LBL8	m, n, s, a ausgeben	
153	R↓			209	R↓		
154	ST+6			210	SPC		
155	RCL4			211	PRTX		
156	x			212	R↑		
157	ST+7			213	PRTX		
158	RCL1			214	RTN		
159	RCL4						
160	1						
161	+						
162	ST04						
163	X↔Y						
164	GT03						
165	*LBL2						
166	RCL7						
167	RCL6						
168	=						

LABELS					FLAGS	SET STATUS			
A ... → p	B → P ₀ , → P _b	C → L _q , → L	D → T _q , → T	E t → P(t)	0	FLAGS		TRIG	DISP
a m ↑ n →	b S ↑ a → p	c → L, → T	d → L _q , → T _q	e → F	1	ON	OFF	DEG	FIX
0	1 P ₀ , P _b	2 L	3 K	4	2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GRAD	SCI
5	6	7	8 Druck	9 Druck	3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	RAD	ENG
						<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>

Anhang

Beschriftungshinweise auf Magnetkarten

Zeichen und Symbole

Symbol bzw. Schreibweise	Bedeutung
Weiße Zeichen: x A	Die Funktion der Programmtasten wird durch die weißen Symbole gekennzeichnet, die jeweils über diesen Tasten stehen, wenn Sie die Programmkarte in den dafür vorgesehenen Fensterausschnitt geschoben haben. In diesem Fall besagt die Beschriftung, daß der Wert x eingegeben wird, wenn Sie nach Eintasten des Zahlenwertes die Taste A drücken.
Goldfarbene Zeichen: y x E	Für goldfarbene Zeichen gilt das gleiche, das bereits für weiße Zeichen gesagt wurde, nur daß jetzt die entsprechende Programmtaste im Anschluß an die Präfixtaste f zu drücken ist. Das Beispiel gibt an, daß der Wert y durch Drücken von f e und der Wert x durch Drücken von E eingegeben wird.
x ↑ y A	Das Zeichen ↑ steht für die ENTER↑ -Taste. Im angegebenen Beispiel wird ENTER↑ zur Trennung der Zahlenwerte für die Variablen x und y verwendet. Zur Eingabe beider Werte ist zuerst x einzutasten, ENTER↑ zu drücken, y einzutasten und dann A zu drücken.
[x] A	Ist das Symbol der Variablen von einem viereckigen Kästchen umgeben, ist der Wert einzugeben, indem zuerst STO und anschließend die entsprechende Programmtaste A bis E gedrückt wird. Im Beispiel erfolgt die Eingabe von x mit STO A .
(x) A	Runde Klammern deuten an, daß der entsprechende Bedienungsschritt auf Wunsch ausgeführt werden kann. Im Beispiel hier bleibt es Ihnen überlassen, ob Sie x durch Drücken von A eingeben, oder nicht.

Symbol bzw. Schreibweise	Bedeutung
→ x A	Ein Pfeil besagt, daß die derart gekennzeichnete Variable nach Drücken der zugehörigen Programmtaste berechnet wird. Im hier gezeigten Beispiel ist zur Berechnung von x die Taste A zu drücken.
→ x, y, z A	Diese Bezeichnung besagt, daß die durch Kommas getrennten Variablen auf einmaliges Drücken der zugehörigen Programmtaste nacheinander berechnet werden. Sie werden in der Reihenfolge x, y, z angezeigt.
→ x; y; z A	Diese Schreibweise bedeutet, daß nach Berechnung von x durch Drücken der Taste A die weiteren Variablen durch jeweiliges Drücken von R/S berechnet werden können.
«x», y A	Die Anführungszeichen bedeuten, daß x während einer Programmpause (ca. 1 Sekunde lang) angezeigt wird. Anschließend wird die Rechnung fortgesetzt und dann y angezeigt.
↔ x A	Der Doppelpfeil zeigt an, daß dieser Wert wahlweise eingegeben, oder berechnet werden kann. Falls zwischen den Programmtasten Zifferntasten gedrückt wurden (Eintasten einer Zahl), wird x mit Drücken von A gespeichert; falls nicht, wird x berechnet, wenn Sie A drücken.

Symbol bzw. Schreibweise	Bedeutung
P? A	Ein Fragezeichen besagt, daß ein bestimmter Modus gewählt wird, während das davor stehende Symbol angibt, um welchen Modus es sich handelt. Hier geht es um das Ein- bzw. Ausschalten des automatischen Anzeige-/Druck-Modus («AUTO»-Modus). Grundsätzlich erscheint nach Ausführung dieser Operationen in der Anzeige entweder 0.00 oder 1.00; damit wird angezeigt, ob der betreffende Modus nun ein- (1.00) oder ausgeschaltet (0.00) ist.
START A	Das Wort START bedeutet, daß die zugehörige Programmtaste zum Starten des Programms zu drücken ist; es taucht da auf, wo ein Programm einen Vorbereitungsschritt erfordert.
DEL A	DEL (<i>delete</i> – entfernen) besagt, daß der zuletzt eingegebene Wert oder die zuletzt eingegebene Gruppe von Werten durch Drücken dieser Programmtaste entfernt werden kann.



172 mal Verkauf und Service in 65 Ländern

Hewlett-Packard GmbH/Vertrieb:

1000 Berlin 30, Keith Straße 2-4, Telefon (030) 24 90 86

7030 Böblingen, Herrenbergerstraße 110, Telefon (07031) 667-1

4000 Düsseldorf, Emanuel-Leutze-Straße 1 (Seestern), Telefon (0211) 59 71-1

6000 Frankfurt 56, Berner Straße 117, Postfach 560 140, Telefon (0611) 50 04-1

2000 Hamburg 1, Wendenstraße 23, Telefon (040) 24 13 93

3000 Hannover-Kleefeld, Mellendorfer Straße 3, Telefon (0511) 55 60 46

8500 Nürnberg, Neumeyer Straße 90, Telefon (0911) 56 30 83/85

8012 Ottobrunn, Isar Center, Unterhachinger Straße 28,

Telefon (089) 601 30 61/67

Für die Schweiz: Hewlett-Packard (Schweiz) AG, Zürcherstraße 20,

Postfach 307, 8952 Schlieren-Zürich, Telefon (01) 730 52 40

Für Österreich/Für sozialistische Staaten:

Hewlett-Packard Ges.m.b.H., Handelskai 52, Postfach 7, A-1205 Wien,

Österreich, Telefon (0222) 35 16 21 bis 27

Für die UdSSR:

Hewlett-Packard Representative Office USSR, Pokrovsky Boulevard 4/17, KV12,

Moscow 101000, Telefon 294-2024

Europa-Zentrale:

Hewlett-Packard S.A., 7, rue du Bois-du-Lan, Postfach, CH-1217 Meyrin 2 - Genf,

Schweiz, Telefon (022) 41 54 00, ab März 1977 Telefon (022) 82 70 00

Scan Copyright ©
The Museum of HP Calculators
www.hpmuseum.org

Original content used with permission.

Thank you for supporting the Museum of HP
Calculators by purchasing this Scan!

Please to not make copies of this scan or
make it available on file sharing services.