

HP-67/HP-97

[illegible]

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 vorzugebenden 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. Wurde 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.

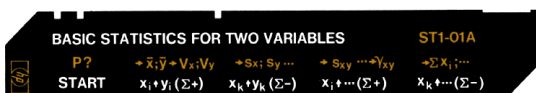
Einige Programme dieses Paketes sehen einen automatischen Ausgabe-Modus für errechnete Daten vor («AUTO»-Modus), der auf der

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



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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	der Ergebnisse einschalten*		f a	1.00
4	Gehen Sie für klassifizierte Daten nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Zeile 8		<input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Führen Sie für unklassifizierte Daten die		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	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"/>	i
7	Falls Sie bei der Eingabe von x_k, y_k einen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Fehler gemacht haben, ist wie folgt zu		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	korrigieren:	x_k	<input type="text"/> <input type="text"/>	x_k
		y_k	C <input type="text"/>	$i - 1$
8	Führen Sie für klassifizierte Daten die Zeilen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	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		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	einen Fehler gemacht haben, ist wie folgt zu		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	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 b	\bar{x}
	\bar{y}		R/S <input type="text"/>	\bar{y}
12	Berechnung der Variationskoeffizienten: V_x		f b	V_x
	V_y		R/S <input type="text"/>	V_y
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
13	Berechnung der Standardabweichungen s_x		f c	s_x
	s_y		R/S <input type="text"/>	s_y
	s_x'		f c	s_x'
	s_y'		R/S <input type="text"/>	s_y'
14	Berechnung der Kovarianz: s_{xy}		f d	s_{xy}
	s_{xy}'		R/S <input type="text"/>	s_{xy}'

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

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 *** ($\sum f_i$)5.2 **ENTER** 11.5 **ENTER** 3 **D** → 5.20 *** (x_2)11.50 *** (y_2)3.00 *** (f_i)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:

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

Kombination ohne Wiederholung ohne Berücksichtigung der Anordnung (Binomialkoeffizient):

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

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

Anmerkungen:

1. ${}_mP_0 = 1$, ${}_mP_1 = m$, ${}_mP_m = m!$; daher sollte $n!$ für große m verwendet werden.
2. ${}_mC_0 = {}_mC_m = 1$
3. ${}_mC_1 = {}_mC_{m-1} = m$
4. ${}_mC_n = {}_mC_{m-n}$
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 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 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	

Beispiele:

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

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 ***	(₂₇ P ₅)
73 ENTER 4 E	→	73.00 ***	
		4.00 ***	
		1088430.00 ***	(₇₃ C ₄)

Notizen

Momente, Schiefe und Steilheit (Kurtosis)

(für klassifizierte und nicht klassifizierte Daten)

MOMENTS, SKEWNESS AND KURTOSIS				ST1-03A
P?	$-\bar{x}$	$+m_2; m_3; m_4$	$+Y_1; Y_2$	
START	$x_i(\Sigma+)$	$x_k(\Sigma-)$	$y_j + f_j(\Sigma+)$	$y_n + f_n(\Sigma-)$

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*		f <input type="text"/> a <input type="text"/>	1.00
4	Gehen Sie für klassifizierte Daten nach Zeile 12		<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"/>	
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"/> C <input type="text"/>	$i-1$
8	Berechnen Sie \bar{x}		f <input type="text"/> b <input type="text"/>	\bar{x}
9	Berechnen Sie m_2		f <input type="text"/> c <input type="text"/>	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 <input type="text"/> d <input type="text"/>	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"/>	
12	Führen Sie für klassifizierte Daten die Zeilen 13–14 für $j = 1, 2, \dots, m$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
13	y_j eingeben		\uparrow <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"/> \uparrow <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 <input type="text"/>	

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_1 ($i = 1, 2, \dots$) 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"/> <input type="text"/>	b
4	Führen Sie Zeile 4 für $i = 1, 2, \dots$ aus		<input type="text"/> <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"/> <input type="text"/>	k
7	Führen Sie Zeile 7 für $i = 1, 2, \dots$ aus		<input type="text"/> <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"/> <input type="text"/>	σ
10	Führen Sie Zeile 10 für $i = 1, 2, \dots$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	η_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"/> <input type="text"/>	μ
13	Führen Sie Zeile 13 für $i = 1, 2, \dots$ aus.		<input type="text"/> <input type="text"/>	e_i
14	Auf Wunsch: Berechnen Sie		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	den Mittelwert		<input type="text"/> <input type="text"/>	\bar{x}
	die Standardabweichung		<input type="text"/> <input type="text"/>	s
	die laufende Nummer (Zähler)		<input type="text"/> <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.

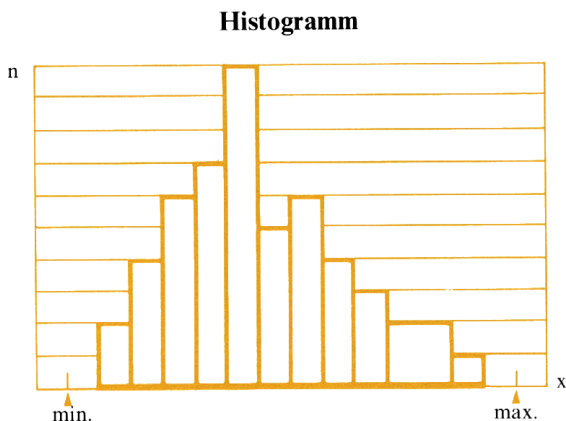


Abb. 1

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"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
	* Anmerkung: Um den AUTO-Modus wieder auszuschalten, drücken Sie		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 ***	(Fehler)
		5. ***	
9.9. E	→	9.90 ***	(Berichtigung)
		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 ***	(n)
R/S	→	14.95 ***	(\bar{x})
R/S	→	6.71 ***	(s)
f a	→	0.00 ***	Intervallgrenzen
		1.00 ***	
		1. ***	
		1.00 ***	
		2.00 ***	
		0. ***	
		2.00 ***	
		3.00 ***	
		0. ***	
		3.00 ***	
		4.00 ***	
		0. ***	
		4.00 ***	
		5.00 ***	
		0. ***	

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

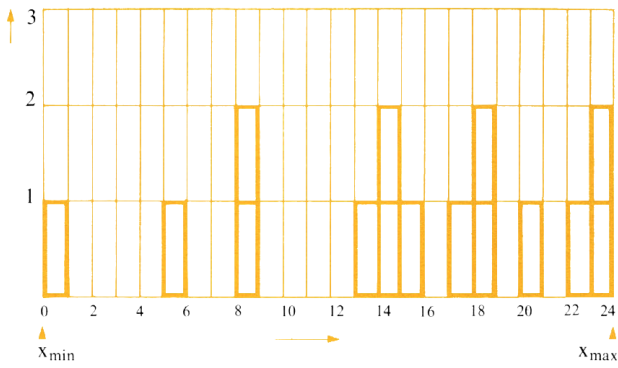


Abb. 2

Einfache Varianzanalyse

ANALYSIS OF VARIANCE (ONE-WAY)					STI-06A
→TSS:...	→df _i :...	→T,MS:...			
START	P?	x _{ij} (Σ+)	x _{im} (Σ-)	→x̄ _i ; s _i ; Sum _i	

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

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

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

$$\text{df}_1 = k - 1$$

8. Anzahl der Freiheitsgrade von ESS

$$\text{df}_2 = \sum_{i=1}^k n_i - k$$

9. Gesamtzahl der Freiheitsgrade

$$\text{df}_3 = \text{df}_1 + \text{df}_2 = \sum_{i=1}^k n_i - 1$$

10. Durchschnittsquadrat zwischen den Klassen

$$\text{TrMS} = \frac{\text{TrSS}}{\text{df}_1}$$

11. Durchschnittsquadrat innerhalb der Klassen

$$\text{EMS} = \frac{\text{ESS}}{\text{df}_2}$$

$$12. F = \frac{\text{TrMS}}{\text{EMS}} \text{ (mit den Freiheitsgraden } \text{df}_1, \text{df}_2 \text{)}$$

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		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	der Ergebnisse einschalten*		B <input type="text"/>	1.00
4	Führen Sie die Zeilen 5 – 7 für $i = 1, 2, \dots, k$		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	aus		<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:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
			<input type="text"/> <input type="text"/>	
		x_{im}	D <input type="text"/>	j – 1
8	Berechnen Sie den Mittelwert \bar{x}_i		E <input type="text"/>	\bar{x}_i
	die Standardabweichung s_i		R/S <input type="text"/>	s_i
	Summe (Sum _i)		R/S <input type="text"/>	Sum _i
9	Berechnen Sie die Gesamtquadratsumme		f <input type="text"/> a <input type="text"/>	TSS
	Quadratsumme zwischen den		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Mittelwerten der Klasse		R/S <input type="text"/>	TrSS
	Fehlerquadratsumme		R/S <input type="text"/>	ESS
10	Berechnen Sie die Anzahl der Freiheitsgrade		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	df_1		f <input type="text"/> b <input type="text"/>	df_1
	df_2		R/S <input type="text"/>	df_2
	df_3		R/S <input type="text"/>	df_3
11	Berechnen Sie		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Durchschnittsquadrat zwischen den Klassen		f <input type="text"/> c <input type="text"/>	TrMS
	Durchschnittsquadrat innerhalb der Klassen		R/S <input type="text"/>	EMS
	F		R/S <input type="text"/>	F
12	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 <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 :

<div>i \ j</div>	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 ***	(\bar{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		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	der Ergebnisse einschalten *		B <input type="text"/>	1.00
4	Geben Sie ein: Anzahl der Zeilen r	r	<input type="text"/> ↑ <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 <input type="text"/> a <input type="text"/>	RS_i
10	Zwischenschritt		f <input type="text"/> b <input type="text"/>	0.00
11	Führen Sie die Zeilen 12–15 für $j = 1, 2, \dots, c$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	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 <input type="text"/> c <input type="text"/>	CS_i
16	Berechnen Sie F: Zeilen F_1		f <input type="text"/> d <input type="text"/>	F_1
	Spalten F_2		R/S <input type="text"/>	F_2
17	Berechnen Sie die Anzahl der Freiheitsgrade:		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Zeile df_1		f <input type="text"/> d <input type="text"/>	df_1
	Spalte df_2		R/S <input type="text"/>	df_2
	Rest df_3		R/S <input type="text"/>	df_3
18	Berechnen Sie die Quadratsummen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Zeile RSS		f <input type="text"/> e <input type="text"/>	RSS
	Spalte CSS		R/S <input type="text"/>	CSS
	Rest ESS		R/S <input type="text"/>	ESS
	Gesamt TSS		R/S <input type="text"/>	TSS
19	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Zeile 2		<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

B

3

ENTER

4

C

7

D

6

D

8

D

7

D

f

a

2

D

4

D

4

D

4

D

f

a

4

D

7

D

7

E

0.00 ***

1.00 ***

3.00 ***

4.00 ***

7.00 ***

1.00 ***

6.00 ***

2.00 ***

8.00 ***

3.00 ***

7.00 ***

4.00 ***

28.00 ***

2.00 ***

1.00 ***

4.00 ***

2.00 ***

4.00 ***

3.00 ***

4.00 ***

4.00 ***

14.00 ***

4.00 ***

1.00 ***

7.00 ***

2.00 ***

7.00 ***

1.00 ***

(r)

(c)

(RS₁)

(RS₂)

(Fehler)


(Berichtigung)


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

ANALYSIS OF COVARIANCE (ONE WAY)				ST-08A1
	→TSS _x ; ...	→F _x ; F _y ; ...		P?
START	New i	x _{ij} †y _{ij} (Σ+)	x _{im} †y _{im} (Σ-)	→Sx _i ; Sy _i

ANALYSIS OF COVARIANCE (ONE WAY)				ST1-08A2
	→TSP; ...	→TSS _y ; ...		→AMS _y ; ...

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

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

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

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

$$WSSx = TSSx - ASSx$$

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

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

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

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

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		<input type="text"/> A <input type="text"/>	0.00
3	AUTO-Modus für die automatische Ausgabe		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	der Ergebnisse einschalten		<input type="text"/> f <input type="text"/> e	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		<input type="text"/> B <input type="text"/>	i
6	Führen Sie die Zeilen 7 – 8 für $j = 1, 2, \dots, n_i$		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	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}	<input type="text"/> C <input type="text"/>	j
8	Wenn Ihnen bei der Eingabe von x_{im} oder		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	y_{im} ein Fehler unterlaufen ist, korrigieren Sie		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	wie folgt:	x_{im}	<input type="text"/> ↑ <input type="text"/>	x_{im}
		y_{im}	<input type="text"/> D <input type="text"/>	$j = 1$
9	Berechnen Sie die i -ten Summen S_{x_i}		<input type="text"/> E <input type="text"/>	S_{x_i}
	S_{y_i}		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	S_{y_i}
10	Berechnen Sie die Summen: TSS_x		<input type="text"/> f <input type="text"/> a	TSS_x
	(zwischen den Gruppen) ASS_x		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	ASS_x
	(innerhalb der Gruppen) WSS_x		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	WSS_x
11	Berechnen Sie die Summen: TSS_y		<input type="text"/> f <input type="text"/> a	TSS_y
	(zwischen den Gruppen) ASS_y		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	ASS_y
	(innerhalb der Gruppen) WSS_y		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	WSS_y
12	Berechnen Sie: F_x		<input type="text"/> f <input type="text"/> b	F_x
	F_y		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	F_y
	Freiheitsgrade: df_1		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	df_1
	df_2		<input type="text"/> 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		<input type="text"/> f <input type="text"/> c	TSP
	(zwischen den Gruppen) ASP		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	ASP
	(innerhalb der Gruppen) WSP		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	WSP
15	Berechnen Sie: $TSS\hat{y}$		<input type="text"/> f <input type="text"/> d	$TSS\hat{y}$
	$WSS\hat{y}$		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	$WSS\hat{y}$
	$ASS\hat{y}$		<input type="text"/> R/S <input type="text"/>	$ASS\hat{y}$

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten	Anzeige
16	Berechnen Sie: $\text{AMS}\hat{y}$		<input type="text" value="f"/> <input type="text" value="e"/>	$\text{AMS}\hat{y}$
	$\text{WMS}\hat{y}$		<input type="text" value="R/S"/> <input type="text"/>	$\text{WMS}\hat{y}$
	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:

i \ j		Zeile			
		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 \longrightarrow 0.00 ***

f **e** \longrightarrow 1.00 ***

B \longrightarrow 1.00 ***

3 **ENTER** 10 **C** \longrightarrow 3.00 ***
10.00 ***
1.00 ***

2 **ENTER** 8 **C** \longrightarrow 2.00 ***

8.00 ***

2.00 ***

5 **ENTER** 5 **C** → 5.00 ***

5.00 ***

3.00 ***

(Fehler)

5	ENTER↑ 5 D	5.00 ***	(Berichtigung)
		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 ***	(TSS _x)
R/S		9.50 ***	(ASS _x)
R/S		7.50 ***	(WSS _x)
f a		71.67 ***	(TSS _y)
R/S		55.17 ***	(ASS _y)

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

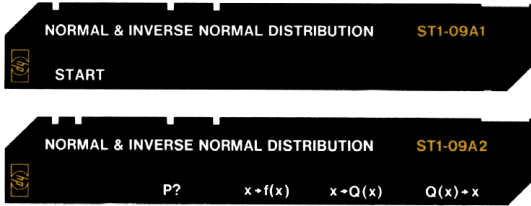
f c	→	27.00 ***	(TSP)
R/S	→	20.75 ***	(ASP)
R/S	→	6.25 ***	(WSP)
f d	→	28.78 ***	(TSS \hat{y})
R/S	→	11.29 ***	(WSS \hat{y})
R/S	→	17.49 ***	(ASS \hat{y})
f e	→	8.75 ***	(AMS \hat{y})
R/S	→	1.41 ***	(WMS \hat{y})
R/S	→	6.20 ***	(F)
R/S	→	2.00 ***	(df ₃)
R/S	→	8.00 ***	(df ₄)

Anocov-Tafel

	df	SS _x	SP	SS _y	df	Residualwerte		
						SS \hat{y}	MS \hat{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.

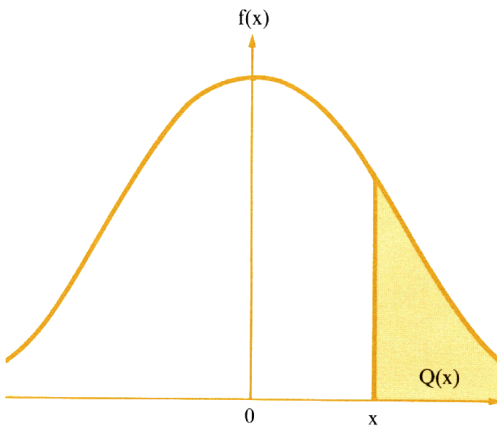
Verwendete Formeln:

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:

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

$$\text{wobei } |\epsilon(Q)| < 4.5 \times 10^{-4}$$

$$t = \begin{cases} \sqrt{\ln \frac{1}{Q^2}} & \text{falls } 0 < Q \leq 0.5 \\ \sqrt{\ln \frac{1}{(1-Q)^2}} & \text{falls } 0.5 < Q < 1 \end{cases}$$

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

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

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

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

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"/>	
2	Vorbereitungsschritt (Programmstart)		A <input type="text"/>	0.00
3	Seite 1 und 2 der Programmkarte 2 einlesen		<input type="text"/>	
4	AUTO-Modus für die automatische Ausgabe		<input type="text"/>	
	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		<input type="text"/>	
	Zeile 5 oder 6		<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)		<input type="text"/>	
	nach Zeile 7		<input type="text"/>	
			<input type="text"/>	
	* Anmerkung: Um den AUTO-Modus wieder		<input type="text"/>	
	auszuschalten, drücken Sie		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))

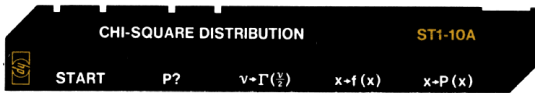
Beispiel 2:

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)

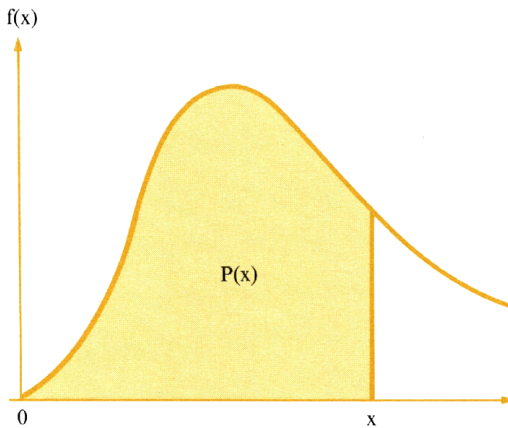
Chi-Quadrat-Verteilung



Dieses Programm berechnet die Chi-Quadrat-Dichtefunktion.

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

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



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

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

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

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		<input type="text"/> A <input type="text"/>	0.00
3	AUTO-Modus für die automatische Ausgabe		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	der Ergebnisse einschalten*		<input type="text"/> B <input type="text"/>	1.00
4	Geben Sie die Anzahl der Freiheitsgrade ν		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	ein	ν	<input type="text"/> C <input type="text"/>	$\Gamma(\nu/2)$
5	Geben Sie x ein und berechnen Sie $f(x)$	x	<input type="text"/> D <input type="text"/>	$f(x)$
6	Geben Sie x ein und berechnen Sie $P(x)$	x	<input type="text"/> 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		<input type="text"/> CLF <input type="text"/>	
			<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 ***	$(f(15))$

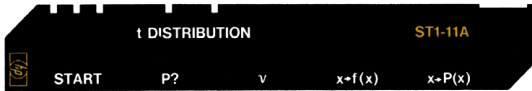
Beispiel 2:

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:

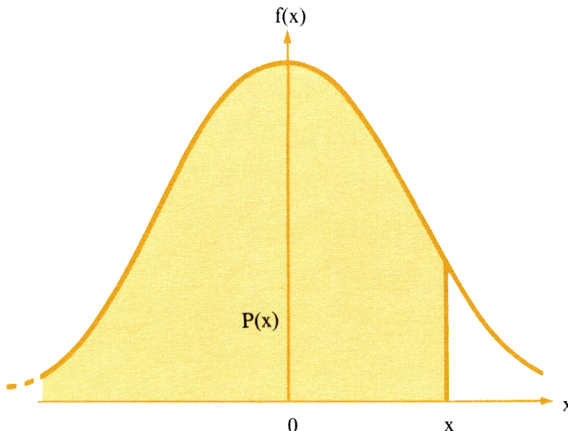
1. Dichtefunktion

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

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:

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

(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 ***	
11 C	→	11.00 ***	AUTO-Modus
2.2 E	→	2.20 ***	(ν)
		0.97 ***	(x)
			($P(2,2)$)
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))

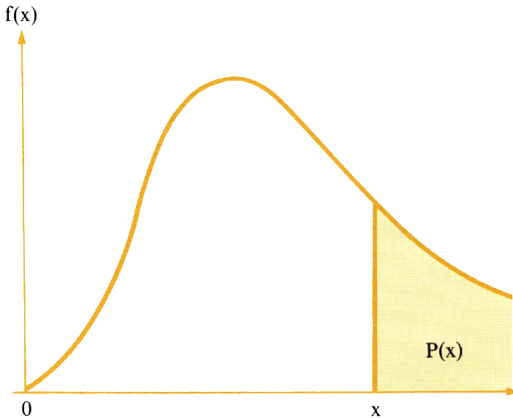
F-Verteilung



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		<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	der Ergebnisse einschalten *		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		<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	<input type="text"/>	

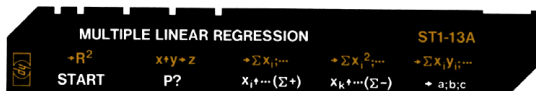
Beispiele:

- $v_1 = 7, v_2 = 6$
 $P(4,21) = 0,05$
- $v_1 = 4, v_2 = 20$
 $P(2,25) = 0,10$

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 linear 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:

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

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

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

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

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

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

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

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		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	der Ergebnisse einschalten*		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		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	z_k einen Fehler gemacht haben, korrigieren		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Sie wie folgt:	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-		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	koeffizienten a		E <input type="text"/>	a
	b		R/S <input type="text"/>	b
	c		R/S <input type="text"/>	c
8	Berechnen Sie das Quadrat des multiplen		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Regressionskoeffizienten R^2		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		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Datenpaare (x, y)		<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

Nr.	Anweisung	Werte	Tasten		Anzeige
13	Rückruf der Produktsummen		<input type="text"/>	<input type="text"/>	
		$\Sigma x_i y_i$	<input type="text" value="f"/>	<input type="text" value="e"/>	$\Sigma x_i y_i$
		$\Sigma x_i z_i$	<input type="text" value="R/S"/>	<input type="text"/>	$\Sigma x_i z_i$
		$\Sigma y_i z_i$	<input type="text" value="R/S"/>	<input type="text"/>	$\Sigma y_i z_i$
14	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" value="CLF"/>	<input type="text"/>	
			<input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	

Beispiel:

Berechnen Sie die Regressionsgerade und die übrigen Größen für die folgende Datenmenge:

i	1	2	3	4
x_i	1,5	0,45	1,8	2,8
y_i	0,7	2,3	1,6	4,5
z_i	2,1	4,0	4,1	9,4

Drücken Sie

A _____ →
B _____ →
1,5 **ENTER** 0,7 **ENTER** 2,1 **C** →

9 **ENTER** 9 **ENTER** 9 **C** →

9 **ENTER** 9 **ENTER** 9 **D** →

0,45 **ENTER** 2,3 **ENTER** 4 **C** →

Anzeige/Ausdruck

0.00 ***
1.00 ***
1.50 ***
0.70 ***
2.10 ***
1.00 ***
9.00 ***
9.00 ***
9.00 ***
2.00 ***
9.00 ***
9.00 ***
9.00 ***
1.00 ***
0.45 ***
2.30 ***
4.00 ***
2.00 ***

AUTO-Modus

(Fehler)

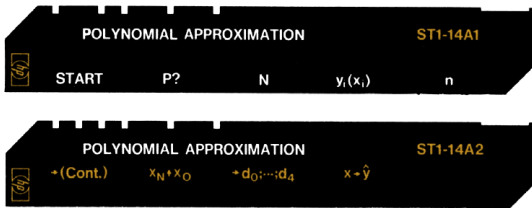
(Berichtigung)

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		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	der Ergebnisse einschalten *		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		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Grades ein	n	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 <input type="text"/> a	1.00
10	Geben Sie ein x_N	x_N	<input type="text"/> <input type="text"/>	
	und x_0	x_0	f <input type="text"/> b	
11	Berechnen Sie die Koeffizienten d_i		f <input type="text"/> 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		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	(Schätzwert)	x	f <input type="text"/> d	\hat{y}
13	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		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**

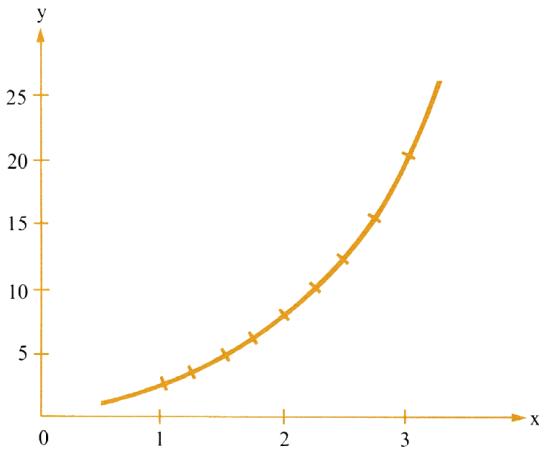
Lesen Sie Seite 1 und 2 der Programmkarte 1 ein

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

t STATISTICS					ST1-15A
$x_i \text{ or } y_i (\Sigma +)$	$x_k \text{ or } y_k (\Sigma -)$	d	$-t_2:df_2$		
START	P?	$x_i y_i (\Sigma +)$	$x_k y_k (\Sigma -)$	$+\bar{D}:s_D^{***}$	

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	\dots	x_n
y_i	y_1	y_2	\dots	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 unbekannten 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		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	der Ergebnisse einschalten *		B <input type="text"/>	1.00
4	Gehen Sie für gepaarte Stichproben nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Zeile 6		<input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Gehen Sie für unabhängige Stichproben		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	nach Zeile 11		<input type="text"/> <input type="text"/>	
6	Führen Sie die Zeilen 7–8 für $i = 1, 2, \dots, n$		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
7	Geben Sie ein: x_i	x_i	\uparrow <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		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Fehler gemacht haben, korrigieren Sie wie		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	folgt:	x_k	\uparrow <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		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Zeile 2		<input type="text"/> <input type="text"/>	
11	Führen Sie die Zeilen 12–13 für $i = 1, 2, \dots, n_1$		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
12	Geben Sie x_i ein	x_i	f <input type="text"/> a	i
13	Wenn Ihnen bei der Eingabe von x_k ein		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Fehler unterlaufen ist, korrigieren Sie wie		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	folgt:	x_k	f <input type="text"/> b	$i-1$
14	Geben Sie d ein	d	f <input type="text"/> c	d
15	Führen Sie die Zeilen 16–17 für $j = 1, 2, \dots, n_2$		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
16	Geben Sie y_j ein	y_j	f <input type="text"/> a	j
17	Wenn Ihnen bei der Eingabe von y_k ein		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Fehler unterlaufen ist, korrigieren Sie wie		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	folgt:	y_k	f <input type="text"/> b	$i-1$

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

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:

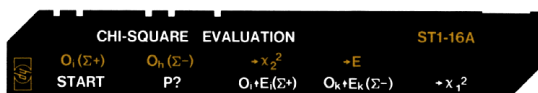
x: 79, 84, 108, 114, 120, 103, 122, 120
y: 91, 103, 90, 113, 108, 87, 100, 80, 99, 54
 $n_1 = 8$
 $n_2 = 10$

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		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	der Ergebnisse einschalten *		B <input type="text"/>	1.00
4	Gehen Sie für gleiche Erwartungswerte		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	nach Zeile 10		<input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Führen Sie die Zeilen 6 – 7 für $i = 1, 2, \dots, n$		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	aus		<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		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	einen Fehler gemacht haben, korrigieren Sie		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	wie folgt:	O_k	<input type="text"/> <input type="text"/>	O_k
		E_k	D <input type="text"/>	$i - 1$
8	Berechnen Sie χ_{i-1}^2		E <input type="text"/>	χ_{i-1}^2
9	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Zeile 2		<input type="text"/> <input type="text"/>	
10	Führen Sie für gleiche Erwartungswerte die		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Zeilen 11 – 12 für $i = 1, 2, \dots, n$ aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
11	Geben Sie O_i ein	O_i	f <input type="text"/> a <input type="text"/>	i
12	Wenn Ihnen bei der Eingabe von O_k ein		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Fehler unterlaufen ist, korrigieren Sie wie		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	folgt:	O_k	f <input type="text"/> b <input type="text"/>	$i - 1$
13	Berechnen Sie χ_{i-2}^2		f <input type="text"/> c <input type="text"/>	χ_{i-2}^2
	E		f <input type="text"/> d <input type="text"/>	E
14	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 <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 ***

(Fehler)

100.00 ***

6.00 ***

100 ENTER+ 100 D

100.00 ***

(Berichtigung)

100.00 ***

5.00 ***

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

$$\chi^2 = 5,00$$

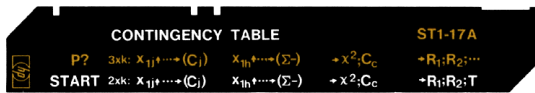
$$E = 20,00$$

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_2)
f d	→	20.00 ***	(E)

Kontingenztafel (Unabhängigkeitstest)



1. $2 \times k$ -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:

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

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

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

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

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

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

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		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	der Ergebnisse einschalten*		f a	1.00
4	Gehen Sie für $2 \times k$ nach Zeile 5 oder für		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	$3 \times k$ nach Zeile 11		<input type="text"/> <input type="text"/>	
5	Führen Sie die Zeilen 6 – 7 für $j = 1, 2, \dots, k$		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
6	Geben Sie ein x_{1j}	x_{1j}	\uparrow <input type="text"/>	x_{1j}
	x_{2j}	x_{2j}	B <input type="text"/>	j
	Auf Wunsch: Berechnen Sie die Spalten-		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	summe C_j		R/S <input type="text"/>	C_j
7	Wenn Ihnen bei der Eingabe von x_{1k} bzw.		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	x_{2k} ein Fehler unterlaufen ist, korrigieren Sie		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	wie folgt:	x_{1k}	\uparrow <input type="text"/>	x_{1k}
		x_{2k}	C <input type="text"/>	$i-1$
	Auf Wunsch: Berechnen Sie die Spalten-		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	summe C_k (Berichtigung)		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		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Zeile 2		<input type="text"/> <input type="text"/>	
11	Führen Sie die Zeilen 12 – 13 für $j = 1, 2, \dots, k$		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	aus		<input type="text"/> <input type="text"/>	
12	Geben Sie ein x_{1j}	x_{1j}	\uparrow <input type="text"/>	x_{1j}
	x_{2j}	x_{2j}	\uparrow <input type="text"/>	x_{2j}
	x_{3j}	x_{3j}	f b	j
	Auf Wunsch: Berechnen Sie die Spalten-		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	summe C_j		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	$j-1$
	Auf Wunsch: 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

A

f a

80 ENTER+ 170 B

→

→

→

0.00 ***

1.00 ***

80.00 ***

170.00 ***

1.00 ***

AUTO-Modus

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 ***	
		49.00 ***	(Fehler)
		80.00 ***	
		3.00 ***	
R/S _____	→	133.00 ***	(C ₃)
4 ENTER 49 ENTER 80 f c →		4.00 ***	
		49.00 ***	(Berichtigung)
		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)

<div>R/S</div>	→	194.00 ***	(R ₂)
<div>R/S</div>	→	293.00 ***	(R ₃)
<div>R/S</div>	→	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		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	der Ergebnisse einschalten*		B <input type="text"/>	1.00
4	Führen Sie die Zeilen 5 – 6 für $i = 1, 2, \dots, n$		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	aus		<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		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	einen Fehler gemacht haben, korrigieren Sie		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	wie folgt:	R_k	\uparrow <input type="text"/>	R_k
		S_k	D <input type="text"/>	$i - 1$
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		<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 <input type="text"/>	

5	ENTER↑	5	D	→	5.00 ***
					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				→	2.85 **

(Berichtigung)

 (r_s) (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 erklärbare 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 befassen 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.

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

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

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		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	der Ergebnisse einschalten *		B <input type="text"/>	1.00
4	Führen Sie die Zeilen 5 – 9 für $i = 1, 2, \dots, m$		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	aus		<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**:	x_{ik}	<input type="text"/> <input type="text"/>	
			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 <input type="text"/> a	\bar{x}_i
	Spannweite R_i		f <input type="text"/> a	R_i
10	Berechnen Sie: \bar{x}		f <input type="text"/> b	\bar{x}
	\bar{R}		f <input type="text"/> b	\bar{R}
11	Berechnen Sie die \bar{x}		<input type="text"/> <input type="text"/>	
	Grenzen: obere Grenze	A_2	f <input type="text"/> c	$L_{\bar{x}}$
	untere Grenze		f <input type="text"/> c	$U_{\bar{x}}$
12	Berechnen Sie L_R	D_3	f <input type="text"/> d	L_R
13	Berechnen Sie U_R	D_4	f <input type="text"/> 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"/>	
	* Anmerkung: Um den AUTO-Modus wieder auszuschalten, drücken Sie		1 <input type="text"/>	
			STO <input type="text"/>	
			E <input type="text"/>	
	** Anmerkung: Wenn Sie mehrere aufeinanderfolgende Werte x_{ik} fehlerhaft eingeben 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"/>	

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 ***	AUTO-Modus
B	→	1.00 ***	
10.04 C	→	10.04 ***	
	→	1.00 ***	
10 C	→	10.00 ***	(Fehler)
	→	2.00 ***	
10.02 C	→	10.02 ***	
	→	3.00 ***	
11.11 C	→	11.11 ***	(Berichtigung)
	→	4.00 ***	
11.11 D	→	11.11 ***	
	→	3.00 ***	
10.01 C	→	10.01 ***	$(x_{I \max})$
	→	4.00 ***	
10.02 C	→	10.02 ***	
	→	5.00 ***	
E	→	10.04 ***	$(x_{I \min})$
E	→	10.00 ***	(\bar{x}_I)
f a	→	10.02 ***	(R_I)
f a	→	0.04 ***	
10 C	→	10.00 ***	
	→	1.00 ***	
10.01 C	→	10.01 ***	
	→	2.00 ***	
10.03 C	→	10.03 ***	
	→	3.00 ***	
10.02 C	→	10.02 ***	
	→	4.00 ***	
10.01 C	→	10.01 ***	
	→	5.00 ***	

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

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 9.99999999 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:

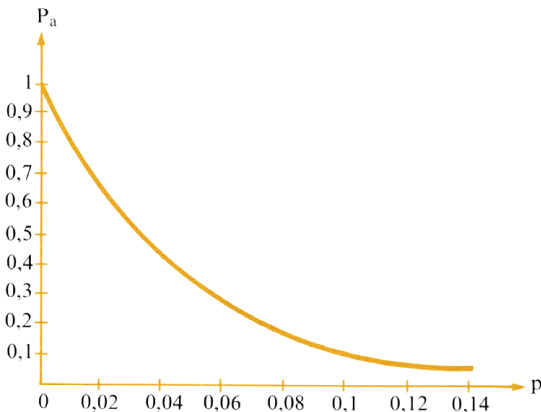
1. Dodge and Romig, *Sampling Inspection Tables*, John Wiley and Sons, 1959.
2. Grand and Leavenworth, *Statistical Quality Control*, McGraw-Hill, 1972.

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		<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	der Ergebnisse einschalten *		B	<input type="text"/>	1.00
4	Gehen Sie für eine unendliche Losgröße		<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	(Typ B) nach Zeile 11		<input type="text"/>	<input type="text"/>	
5	Führen Sie für eine endliche Losgröße		<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	(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 Annahmewahrscheinlichkeit 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"/>	
			<input type="text"/>	<input type="text"/>	
10	Gehen Sie für eine neue Rechnung nach Zeile 2		<input type="text"/>	<input type="text"/>	
			<input type="text"/>	<input type="text"/>	
11	Geben Sie ein: Stichprobenumfang n	n	↑	<input type="text"/>	n
	Annahmegröße c	c	f	d	c
12	Berechnen Sie die Annahmewahrscheinlichkeit P_a	p	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
			f	e	P_a
13	Gehen Sie für einen neuen Wert P nach Zeile 12		<input type="text"/>	<input type="text"/>	
			<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"/>	
			<input type="text"/>	<input type="text"/>	
	* Anmerkung: Um den AUTO-Modus wieder auszuschalten, drücken Sie		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 ***	

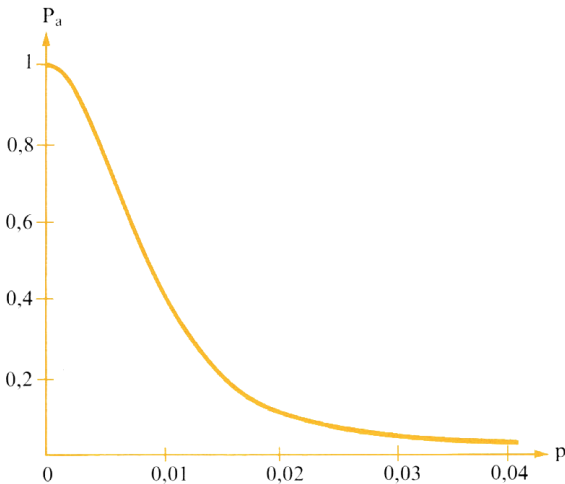


Beispiel 2:

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)

SINGLE- AND MULTI-SERVER QUEUES				STI-21A
$m+n$	$s+a+q$	$-L+T$	$-Lq+Tq$	$-F$
$\mu+\lambda+n+q$	$+P_b+P_b$	$+Lq+L$	$+Tq+T$	$t+P(t)$

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 9.99999999 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"/> \uparrow <input type="text"/>	μ
	λ	λ	<input type="text"/> \uparrow <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"/> \uparrow <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"/> \uparrow <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	Vorbereitungsschritte	054 STOP	Berichtigung von x_k, y_k, f_k						
002 CLRG		055 F=0							
003 OF0		056 GSB0							
004 CF1		057 GSB0							
005 CF2		058 RTN							
006 F=0		059 *LBLA							
007 CLRG		060 SF1							
008 F=0		061 GSB0							
009 0		062 CF1							
010 RTN		063 RTN							
011 *LBLA	Flag 0 für AUTO- Modus setzen	064 *LBL3							
012 SF0		065 F10							
013 1		066 GT04							
014 RTN		067 0+							
015 *LBL0		068 RTN							
016 F00	Berichtigung von x_k, y_k	069 *LBL4	x, y						
017 GSB0		070 0-							
018 SF1		071 RTN							
019 NZ1		072 *LBL4							
020 0-		073 RTN							
021 GSB0		074 *LBL0							
022 GSB0		075 0							
023 CF1		076 GSB0							
024 RTN		077 P=0							
025 *LBLA		078 NZ1							
026 F00	x_i, y_i eingeben	079 GSB0	V_x, V_y						
027 GSB0		080 GSB0							
028 NZ1		081 GSB0							
029 0+		082 RTN							
030 GSB0		083 *LBL0							
031 GSB0		084 0							
032 RTN		085 ST00							
033 *LBL0		086 NZ1							
034 ST00		087 F=0							
035 F10		088 ST00							
036 CHS	x_i, y_i, f_i eingeben	089 F=0							
037 ST49		090 0							
038 P1		091 EEV							
039 ST00		092 0							
040 P4		093 0							
041 ST00		094 NZ1							
042 F1		095 LSTN							
043 F00		096 0							
044 GSB0		097 NZ1							
045 F1		098 RCL0							
046 ABS		099 0							
047 GSB0		100 GSB0							
048 ST01		101 R=0							
049 *LBL0		102 NZ1							
050 RCL0		103 F=0							
051 RCL0		104 RCL0							
052 GSB0		105 F=0							
053 DS21		106 0							
054 GT00		107 GSB0							
055 RCL0		108 GSB0							
056 F=0		109 RTN							
		110 *LBL0							
		111 0							
		112 GSB0							
REGISTERS									
0 x	1	2	3	4	5	6	7	8	9 Σf_i
S0 \bar{y}	S1	S2	S3	S4 Σx_i	S5 Σx_i^2	S6 Σy_i	S7 Σy_i^2	S8 $\Sigma x_i y_i$	S9 n
A x_i	B y_i	C f_i	D	E	F	G	H	I	J

113	R/S	s_x, s_y	169	GSB9	γ_{xy}				
114	X \leftrightarrow Y		170	RTN					
115	GSB9		171	*LBLd					
116	GSB8		172	S					
117	RTN		173	RCLC					
118	*LBLc		174	\div					
119	S		175	X					
120	*LBL1		176	1/X					
121	P \leftrightarrow S		177	GSB9					
122	RCL9		178	GSB8					
123	P \leftrightarrow S	s_x', s_y'	179	RTN	$\Sigma x_i, \Sigma y_i$				
124	ENT \uparrow		180	*LBLc					
125	X \leftrightarrow Y		181	RCLZ					
126	1		182	GSB9					
127	-		183	R/S					
128	\div		184	X \leftrightarrow Y					
129	FN		185	GSB9					
130	\div		186	R/S					
131	GSB9		187	P \leftrightarrow S					
132	F \leftrightarrow C		188	RCL8					
133	GSB8	s_{xy}, s_{xy}'	189	P \leftrightarrow S	$\Sigma x_i^2, \Sigma y_i^2$				
134	CF2		190	GSB9					
135	R/S		191	GSB8					
136	LST \rightarrow		192	RTN					
137	S		193	*LBLc					
138	X \leftrightarrow Y		194	P \leftrightarrow S					
139	SF2		195	RCL7					
140	GTO1		196	RCL5					
141	RTN		197	P \leftrightarrow S					
142	*LBLd		198	GSB9	Druck/Anzeige x_i, y_i				
143	π	s_{xy}, s_{xy}'	199	R/S					
144	X \leftrightarrow Y		200	X \leftrightarrow Y					
145	P \leftrightarrow S		201	GSB9					
146	STO0		202	GSB8					
147	RCL8		203	RTN					
148	RCL4		204	*LBL0					
149	RCL6		205	X \leftrightarrow Y					
150	7		206	PRTX					
151	-		207	X \leftrightarrow Y					
152	RCL9		208	PRTX	Druck/Anzeige-Routine				
153	1	s_{xy}, s_{xy}'	209	RTN					
154	-		210	*LBL9					
155	\div		211	F \leftrightarrow C					
156	P \leftrightarrow S		212	PRTX					
157	STOE		213	RTN					
158	GSB9		214	*LBL8					
159	R/S		215	F \leftrightarrow C					
160	P \leftrightarrow S		216	SPC					
161	RCL9		217	RTN					
162	P \leftrightarrow S	Unterprogramm für Leerzeile							
163	ENT \uparrow								
164	X \leftrightarrow Y								
165	1								
166	-								
167	\div								
168	\div								
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	^F Druck				
^A Druck	^B belegt	^C belegt	^D belegt	^E $\Sigma x_i \dots$	^F Σ	FLAGS	TRIG	DISP	
^G Anz. x_i, y_i	^H	^I	^J	^K s_y'	^L	ON OFF			
^G	^H	^I	^J Leerzeile	^K Druck	^L	0 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	DEG <input type="checkbox"/>	FIX <input type="checkbox"/>	
						1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>	
						2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>	
						3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		n <u>2</u>	

Fakultät, Kombinationen ohne Wiederholung mit/ohne Berücksichtigung der Anordnung

001 *LBL4		057 LSTX							
002 CLRC	Vorbereitungsschritte	058 X<Y?							
003 CFB		059 GSB6							
004 0		060 ST07							
005 RTN		061 1							
006 *LBL6	Flag 0 für AUTO-	062 ST01							
007 SF0	Modus setzen	063 +							
008 1		064 ST06							
009 RTN		065 CLN							
010 *LBLD		066 X=Y?							
011 X<Y		067 GT03							
012 GSB6	m, n für mP_n eingeben	068 *LBL0							
013 X<Y		069 R4							
014 GSB6		070 1							
015 X<Y?		071 RCL1							
016 GT02		072 +							
017 ENT1		073 ST01							
018 0		074 X<Y?							
019 X=Y?		075 GT05							
020 GT03		076 RCL7							
021 CLN		077 X<Y							
022 1		078 +							
023 X=Y?		079 LSTX							
024 GT04		080 ÷							
025 -		081 RCL6							
026 ST01		082 x							
027 R4		083 ST06							
028 ST07		084 GT00							
029 *LBL1		085 *LBL4							
030 RCL7		086 R4	$mP_1 = m$						
031 1		087 R4							
032 -		088 GSB6							
033 ST07		089 GSB6							
034 x		090 RTN							
035 DSZ1		091 *LBL6							
036 GT01		092 ST06							
037 GSB6		093 X<Y							
038 GSB6		094 RTN							
039 RTN		095 *LBL5							
040 *LBL2		096 RCL6							
041 0		097 GSB6							
042 ÷	Fehler	098 GSB6							
043 *LBL3		099 RTN							
044 ENT1		100 *LBLC							
045 1		101 GSB6							
046 GSB6		102 ST01	n für $n!$ eingeben						
047 GSB6		103 ST03							
048 RTN		104 6							
049 *LBL5		105 9							
050 X<Y	m, n für mC_n eingeben	106 X<Y							
051 GSB6		107 X<Y?							
052 X<Y		108 GT09							
053 GSB6		109 X<Y							
054 X<Y?		110 -							
055 GT02		111 ST01							
056 -		112 LSTX							
REGISTERS									
0	1 m, n	2 Log(69!) +...	3 (n - i)	4	5	6 belegt	7 m	8 n - 1	9
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A	B	C	D	E	F	G	H	I	m - 69

113	N!				
114	LOG				
115	ST02				
116	RCL1				
117	ENT1				
118	LOG				
119	ST+2				
120	*LBL7				
121	DSZ1				
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	-				
145	-				
146	ST03				
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	^F Druck	SET STATUS		
^A Druck	^B Leerzeile	^C	^D	^E	^F	FLAGS	TRIG	DISP
^D mC _n	¹ m!	² Fehler	³ mP ₀ -mC ₀	⁴ mP ₁ -mC ₁	⁵	ON OFF		
⁵ Ausgabe	⁶ x ↔ y	⁷ n > 69	⁸ n > 69	⁹ n ≤ 69	⁵	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>

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

001 *LBL4	Vorbereitungsschritte	057 F10							
002 CLR6		058 CHS							
003 P2S		059 ST+1							
004 CLR6		060 XZY							
005 P2S		061 +							
006 CF1		062 ST+2							
007 CF0		063 LSTN							
008 0		064 -							
009 RTN		065 ST+3							
010 *LBL4		066 LSTN							
011 SF0		067 ×							
012 1		068 ST+4							
013 RTN		069 LSTN							
014 *LBL8		070 -							
015 ST04		071 ST+5							
016 GSB9		072 RCL0							
017 Σ+		073 1							
018 *LBL1		074 F10							
019 P2S		075 CHS							
020 RCL4		076 +							
021 RCL5		077 ST00							
022 RCL9		078 GSB9							
023 P2S		079 GSB8							
024 ST01		080 RTN							
025 R4		081 *LBL4							
026 ST03		082 SF1							
027 R4		083 GSB0							
028 ST02	084 CF1								
029 RCL4	085 RTN								
030 3	086 *LBL4								
031 Y+	087 RCL2								
032 F10	088 RCL1								
033 CHS	089 +								
034 ST+4	090 ST06								
035 RCL4	091 GSB9								
036 4	092 GSB8								
037 v+	093 RTN								
038 F10	094 *LBL4								
039 CHS	095 RCL3								
040 ST+5	096 RCL1								
041 RCL1	097 +								
042 GSB9	098 RCL6								
043 GSB8	099 X2								
044 RTN	100 ST08								
045 *LBL0	101 -								
046 GSB9	102 ST07								
047 SF1	103 GSB9								
048 Σ-	104 R-9								
049 GSB1	105 RCL4								
050 CF1	106 RCL3								
051 RTN	107 RCL6								
052 *LBL0	108 ×								
053 X2+	109 3								
054 PR10	110 -								
055 X21	111 -								
056 GSB9	112 RCL1								
REGISTERS									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	n od. Σf _j					x, m ₄	m ₂	x ²	m ₃
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
	Σx _j			Σx _j ²		Σy _j	Σy _j ²	Σxy	n
A	B		C		D		E		F
x _j			n						

113	+		169	F0°		Unterprogramm für Leerzeile			
114	RCL6		170	SPC					
115	RCL8		171	RTN					
116	x								
117	2								
118	x								
119	+								
120	STO9								
121	GSB9								
122	R/S								
123	RCL5								
124	RCL6								
125	RCL4								
126	x	m ₄							
127	4								
128	x								
129	-								
130	RCL8								
131	RCL3								
132	x								
133	6								
134	x								
135	+								
136	RCL1								
137	+								
138	RCL8								
139	X ²								
140	3								
141	x								
142	-								
143	STO6								
144	GSB9								
145	GSB8								
146	RTN								
147	*LBL4								
148	RCL9	γ ₁							
149	RCL7								
150	1								
151	+								
152	5								
153	Y ⁺								
154	÷								
155	GSB9								
156	R/S								
157	RCL6								
158	RCL7								
159	X ²	γ ₂							
160	÷								
161	GSB9								
162	GSB8								
163	RTN								
164	*LBL9	Druck / Anzeige- Routine							
165	F0°								
166	PPTX								
167	RTN								
168	*LBL8								
LABELS						FLAGS	SET STATUS		
A Start	B $x_1(\Sigma +)$	C $x_k(\Sigma -)$	D $y_1 \uparrow f_1(\Sigma +)$	E $y_k \uparrow f_k(\Sigma -)$	0 Druck				
a Druck?	b $\rightarrow \bar{x}$	c $\rightarrow m_2, m_3, m_4$	d $\rightarrow \gamma_1 : \gamma_2$	e	1 Korrektur	FLAGS	TRIG	DISP	
0	1	2	3	4	2	ON OFF			
						0 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>	
						1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>	
						2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>	
						3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		n <u>2</u>	
5	6	7	8 Leerzeile	9 Druck	3				

Erzeugung von Zufallszahlen

001	*LBL1		057	*LBL5					
002	P2S	Eingabe von a, b,	058	*LBL0					
003	CLR6	Sekundär-Register	059	GSB7					Generator für normal-
004	P2S	löschen	060	ST07					verteilte Zufallszahlen n_i
005	GT01		061	GSB7					z_i
006	*LBLA		062	2					$z_i + 1$
007	GSB7	Generator für	063	x					
008	RCL0	gleichförmig	064	1					
009	RCL0	verteilte	065	-					
010	-	Zufallszahlen u_i	066	ST02					V_2
011	-		067	RCL7					
012	RCL0		068	2					
013	+	u_j	069	-					
014	*LBL2		070	1					
015	PRTY		071	-					V_1
016	ST09		072	ST01					
017	Σ+		073	+P					S
018	RCLA		074	Y2					
019	+		075	1					$1 \geq S$
020	ST0A		076	X2Y0					Nächste Zufallszahlen
021	RCL9		077	GT05					
022	X2		078	P4					
023	RCL6		079	ENT1					
024	+		080	LN					
025	ST0B		081	2					
026	1		082	x					
027	RCL1		083	CHS					
028	+		084	X2Y					
029	ST01		085	+					
030	RCL9		086	IN					$\sqrt{2 \ln S/S}$
031	PTH		087	ST08					
032	*LBL4	k eingeben	088	RCL1					n_i
033	ST0C		089	GSB6					
034	GSB0		090	RTN					
035	RCL0		091	*LBL0					$n_i + 1$
036	*LBL3		092	RCL8					
037	PRTY	Druck-/Anzeige-	093	RCL2					
038	SPC	und Leerzeilenroutine	094	*LBL6					
039	RTN		095	x					
040	*LBL8		096	RCL0					
041	GSB7	Generator für	097	x					
042	RCL0	gleichförmig	098	RCL0					
043	x	verteilte	099	+					
044	INT	Zufallszahlen d_i	100	GT02					
045	1		101	*LBL4					
046	+		102	GT04					μ eingeben
047	GT02		103	*LBL0					
048	*LBL1	m, σ eingeben	104	GSB7					
049	ST0C		105	LN					
050	X2Y		106	CHS					Generator für
051	ST0D		107	RCL0					exponentialverteilte
052	GSB0		108	x					Zufallszahlen e_i
053	RCL0		109	GT02					
054	GSB4		110	*LBL6					
055	RCLC		111	SPC					x
056	GT03		112	Σ					
REGISTERS									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	V_1	V_2					z_i	$\sqrt{2 \ln S/S}$	x_i
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
			Σx_i		Σx_i^2				n
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
belegt	belegt	b oder σ	a od. k od. m od. μ	FRC (997 u_i)	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	STOH				
139	STOB				
140	STOI				
141	SPC				
142	RTN				
143	*LBL7				
144	RCL9				
145	9				
146	9				
147	7	Zufallszahlen-Generator			
148	x	z _i + 1 = FRC (997 z _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		DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
0 z ₀ → RE	1	2	3	Druck Leerz.	4	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
				Druck	2	2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
5	6 n _i , n _i + 1	7 FRC (997 × z _i)	8	9	3	3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>			n <u>2</u>

Histogramm

001: #LBL4			057: RCLD		
002: CLR6		Vorbereitungsschritte	058: XZY		
003: PZS			059: XZY		
004: CLR6			060: GSB2		
005: PZS			061: RCLC		
006: CF0			062: -		x _i eingeben
007: CF1			063: RCLA		
008: 0			064: 1 X		
009: RTN			065: X		
010: #LBLC			066: INT		
011: R4			067: 1		
012: GSB8		x _{min} - x _{max} eingeben	068: XZY		
013: STOC			069: +		
014: R4			070: LSTX		
015: STOC			071: 3		
016: GSB8			072: +		
017: GSB7			073: INT		
018: GSB7			074: 1		
019: XZY			075: +		
020: -			076: STOI		
021: 2			077: 1		
022: 4			078: -		
023: STOE			079: 3		
024: +			080: -		
025: STOA			081: -		
026: RTN			082: GTOI		
027: #LBL4			083: #LBL9		
028: 0			084: RCL9		
029: STOI			085: DSP0		
030: XZY		Berichtigung	086: GSB8		
031: GSB8			087: GSB7		
032: Z-			088: DSP2		
033: SF1			089: CF1		
034: GSB4			090: R 0		
035: CF1			091: RTN		
036: RTN			092: #LBL1		
037: #LBLC			093: GSB4		
038: STOB			094: F10		
039: 0			095: CHS		
040: STOI		x _i eingeben	096: ST+i		
041: R4			097: GTO9		
042: GSB8			098: #LBL4		
043: RCLC			099: 3		
044: XZY			100: CHS		
045: GTOB			101: -		
046: R4			102: 10*		
047: RCLD			103: RTN		
048: XZY			104: #LBL4		
049: XZY			105: SPC		
050: GTOB			106: 0		Auflisten
051: 0			107: STOI		
052: XZY			108: RCLC		
053: Z+			109: STOB		
054: #LBL4			110: #LBL5		
055: STOI			111: IS21		
056: RCL0			112: 2		

REGISTERS									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x _i	1, 2, 3	4, 5, 6	7, 8, 9	10, 11, 12	13, 14, 15	16, 17, 18	19, 20, 21	22, 23, 24	n
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
				Σx _i	Σx _i ²	Σy _i	Σy _i ²	Σx _i y _i	n
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
(x _{max} - x _{min}) / 24	x _{min}	x _{min}	x _{max}	24				Zähler 1	8

113	ST09		169	RCL9	
114	GSBe		170	-	
115	RCL i		171	x	
116	EEX		172	+	
117	3		173	PRTX	
118	x		174	ST08	
119	INT		175	RTN	
120	DSP0		176	*LBL8	
121	PRTX		177	SF0	
122	SPC		178	1	
123	DSP2		179	RTN	
124	1		180	*LBL6	
125	ST09		181	GSB7	
126	GSBe		182	GSB7	
127	RCL i		183	P±S	
128	EEX		184	RCL9	
129	3		185	P±S	
130	x		186	GSB8	
131	FRC		187	R/S	
132	EEX		188	x	
133	3		189	GSB8	
134	x		190	R/S	
135	INT		191	S	
136	DSP0		192	GSB6	
137	PRTX		193	GSB7	
138	SPC		194	RTN	
139	DSP2		195	*LBL8	
140	0		196	F0?	
141	ST09		197	PRTX	
142	GSBe		198	RTN	
143	RCL i		199	*LBL7	
144	EEX		200	F0?	
145	6		201	SPC	
146	x		202	RTN	
147	FRC		203	*LBL2	
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	8				
158	x>y?				
159	GT05				
160	RTN				
161	*LBL8				
162	RCL8				
163	PRTX				
164	RCLC				
165	RCLA				
166	RCL i				
167	3				
168	x				

LABELS					SET STATUS			
A Start	B Druck	C xmax, xmin	D Eingabe	E Korrektur	F Druck	FLAGS	TRIG	DISP
1 Liste	2 n; x; s	3 y	4 10x	5	6 Korrektur	ON OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
7 Fehler	8 Sortieren	9 Kor. f. xmax	10	11	12	0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
13 Liste	14	15 Leerzeile	16 Druck	17 Druckindex	18	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>

Flag 0 für AUTO-Modus setzen

Für n, x, s

Auflisten

Druck / Anzeige-Routine

Unterprogramm für Leerzeile

Korrektur für Eingaben = xmax

Einfache Varianzanalyse

001 *LBLA	Vorbereitungsschritte	057 RTN	Register für neues i löschen						
002 CLRG		058 *LBL9							
003 P+S		059 P+S							
004 CLRG		060 CLRG							
005 P+S		061 P+S							
006 CF0		062 RTN							
007 CF1		063 *LBLD							
008 CF2		064 GSB3							
009 0		065 Z-							
010 RTN		066 GSB8							
011 *LBLC	x _{ij} eingeben	067 RTN	Berichtigung						
012 F20		068 *LBLB							
017 GSB9		069 SF0							
014 GSB3		070 1							
015 Z+		071 RTN							
016 *LBL8		072 *LBL6							
017 P+S		073 RCL4							
018 RCL4		074 RCL7							
019 RCL5		075 X2							
020 P+S		076 RCL6							
021 ST08	TSS	077 =	TrSS						
022 R4		078 ST08							
023 ST0A		079 -							
024 R4		080 ST00							
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	ESS	087 GSB3	ESS						
032 RCLA		088 R'S							
033 ST+7		089 RCL0							
034 RCL8		090 RCL1							
035 ST+4		091 -							
036 P+S		092 ST02							
037 RCL9		093 GSB3							
038 P+S		094 GSB0							
039 ST+6		095 RTN							
040 RCL4		096 *LBL0							
041 X2	Unterprogramm für Leerzeile	097 F00	Druck-/Anzeige-Routine						
042 P+S		098 SPC							
043 RCL9		099 RTN							
044 P+S		100 *LBL3							
045 +		101 F00							
046 ST+5		102 PRTX							
047 X		103 RTN							
048 GSB3		104 *LBL6							
049 R'S		105 RCL9							
050 S		106 1							
051 GSB3	df ₁	107 -	df ₂						
052 R'S		108 ST03							
053 RCLA		109 GSB3							
054 GSB3		110 R'S							
055 GSB0		111 RCL6							
056 GSB0		112 RCL9							
REGISTERS									
⁰ TSS	¹ TrSS	² ESS	³ df ₁	⁴ Σx _{ij} ²	⁵ Σ(x _{ij}) ² /n _i	⁶ Σn _i	⁷ Σx _{ij}	⁸ Σx _{ij}	⁹ k
^{S0}	^{S1}	^{S2}	^{S3}	^{S4} Σx _i	^{S5} Σx _i ²	^{S6} Σy _i	^{S7} Σy _i ²	^{S8} Σx _{ij} y _i	^{S9} n
^A Σx _{ij} ·df ₂		^B Σx _{ij} ² ·F		^C		^D		^E	

113	-			
114	STOA			
115	GSB3			
116	R/S			
117	RCL0			
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	RCL0	EMS		
131	÷			
132	GSB3			
133	R/S			
134	÷			
135	GSB3			
136	GSB0	F		
137	STOB			
138	RTN			

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

Doppelte Varianzanalyse

001 *LBLA			057 RCL6	
002 CLRC	Vorbereitungsschritte		058 *	
003 CFB			059 +	
004 0			060 ST07	
005 RTN			061 CHS	
006 *LBLC	r, c eingeben		062 RCL3	
007 XZY			063 +	
008 ST05			064 ST01	
009 GSB9			065 RCL3	
010 R4			066 RCL6	
011 ST06			067 +	
012 GSB9			068 RCL7	
013 GSB8			069 -	
014 RTN			070 ST02	
015 *LBLD	xij eingeben		071 RCL4	
016 ST+7			072 RCL5	
017 GSB9			073 +	
018 XZ			074 RCL7	
019 ST+3			075 -	
020 RCL4			076 ST03	
021 1			077 RCL2	
022 +			078 +	
023 ST04			079 CHS	
024 GSB9			080 RCL1	
025 RTN			081 +	
026 *LBLD			082 ST04	
027 RCL7			083 RCL5	
028 ST+1			084 1	
029 XZ	RSj berechnen		085 -	
030 ST+3			086 ST05	
031 *LBLD			087 RCL6	
032 RCL7			088 1	
033 0			089 -	
034 ST06			090 ST06	
035 ST07			091 *	
036 XZY			092 ST07	
037 GSB9			093 +	
038 GSB8			094 ST08	
039 RTN			095 RCL2	
040 *LBLA			096 RCL5	
041 RCL4	Neues Starten für		097 +	
042 ST08	Spalte		098 RCL8	
043 0			099 +	
044 ST02			100 GSB8	
045 ST06			101 GSB9	
046 GSB8			102 R/S	
047 RTN			103 RCL3	
048 *LBLC			104 RCL6	
049 RCL7	CSj		105 +	
050 XZ			106 RCL8	
051 ST+4			107 +	
052 ST08			108 GSB9	
053 *LBLD	F1, F2		109 GSB8	
054 RCL1			110 RTN	
055 XZ			111 *LBLD	
056 RCL5			112 RCL5	

REGISTERS								
0	1 $\sum \sum x_{ij}$, TSS	2 $\sum \sum x_{ij}^2$, RSS	3 belegt	4 belegt	5 r, r - 1	6 c, c - 1	7 belegt	8 belegt
9 0								
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
A	B	C	D	E	F	G	H	I
i, j	r							

Einfache Kovarianzanalyse

Karte I

001 *LBLA			057 RCLA						
002 CLRG	Vorbereitungsschritte		058 +						
003 P+S			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 RCLC						
014 STOB			070 +						
015 STOB			071 STOB						
016 STC7			072 RCL6						
017 STOB			073 RCLC						
018 STOB			074 +						
019 P+S			075 STOE						
020 ISZ1			076 P+S	Σn_i					
021 RCL7			077 RCL9						
022 GSB0			078 ST+0						
023 GSB1			079 P+S						
024 RTN			080 ST+0						
025 *LBL9			081 RCL4	$\Sigma \frac{(\Sigma x_{ij})^2}{n_i}$					
026 R4	Unterprogramm =		082 P+S						
027 PRTN	xij, yij drücken		083 GSB8						
028 R1			084 P+S						
029 PRTX			085 RCL6	$\Sigma \frac{(\Sigma y_{ij})^2}{n_i}$					
030 RTN			086 GSB8						
031 *LBL6			087 RCL4						
032 SF0	Flag 0 für AUTO-		088 RCL6						
033 1	Modus setzen		089 X						
034 STOB			090 RCL9						
035 RTN			091 +						
036 *LBLC			092 P+S						
037 F0^	Berichtigung für xim,		093 ST+5						
038 GSB9	yim		094 P+S						
039 X=Y			095 RCL6						
040 Z-			096 RCL4	s_{xi}					
041 STOS			097 P+S						
042 GSB0			098 GSB0						
043 GSB1			099 R/S						
044 RTN			100 R4						
045 *LBLC			101 GSB0						
046 F0^	Eingabe für xij, yij		102 GSB1	s_{yi}					
047 GSB9			103 R/S						
048 X=Y			104 *LBL6						
049 Z+			105 X^2						
050 STC9			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 RCL4						
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_i	S1 TSS_y	S2 belegt	S3 WSS_y	S4 Σx_{ij}	S5 Σx_{ij}^2	S6 Σy_{ij}	S7 Σy_{ij}^2	S8 $\Sigma x_{ij}y_{ij}$	S9 $n_i \neq j$
A $\Sigma \Sigma x_{ij}$	B $\Sigma \Sigma x_{ij}^2$	C $\Sigma \Sigma y_{ij}$	D $\Sigma \Sigma y_{ij}^2$	E $\Sigma \Sigma x_{ij}y_{ij}$	i = 1, 2, ..., k				

113	GSB7		169	-	
114	R/S	ASS _x	170	÷	
115	RCL2		171	÷	
116	RCL4		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	*LBL4	TSS _y	180	PCL3	
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	-	df ₁
136	R/S		192	GSB0	
137	-	WSS _y	193	R/S	
138	P/S		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	↵		201	F0?	
146	RCL0		202	PRT?	
147	÷		203	RTN	
148	-		204	*LBL1	
149	STO1		205	F0?	Unterprogramm für Leerzeile
150	GSB0		206	SPC	
151	RTN		207	RTN	
152	*LBL6	Für (ASS) _x oder y			
153	↵				
154	RCL0				
155	÷				
156	-				
157	STO2				
158	GSB0				
159	RTN				
160	*LBL4				
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 $x_{im} \uparrow y_{jm}(\Sigma-)$	E $s_{xi} : s_{yi}$	F Druck	FLAGS	TRIG	DISP
G TSS _x ; ...	H F _x ; ...	I	J	K Druck	L	ON OFF		
M Druck	N Leerzeile	O	P	Q	R	0 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	DEG <input type="checkbox"/>	FIX <input type="checkbox"/>
						1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
						2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
						3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		n <u>2</u>

Einfache Kovarianzanalyse

Karte II

[illegible]

LABELS										FLAGS		SET STATUS							
A	B	C	D	E	0 Druck					FLAGS		TRIG		DISP					
a	b	c TSP: ...	d TSSg: ...	e AMSg: ...	1					ON OFF		DEG <input checked="" type="checkbox"/>		FIX <input checked="" type="checkbox"/>					
0 Druck	1 Leerzeile	2 Druck	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 I

001	*LBL			057	2				
002	.			058	CHS				
003	2			059	STD7				
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	0				
010	STD3			066	1				
011	1			067	5				
012	.			068	3				
013	3	b ₅		069	STD8				
014	2			070	FPS				
015	0			071	2				
016	2			072	.				
017	1			073	5	c ₀			
018	4			074	1				
019	4			075	5				
020	2			076	5				
021	9	Konstanten für Normalverteilung speichern		077	1				
022	STD4			078	7				
023	1			079	STD1				
024	.			080	.				
025	0			081	8				
026	2			082	0				
027	1			083	2	c ₁			
028	2	b ₄		084	8				
029	5			085	5				
030	5			086	3				
031	1			087	STD2				
032	1			088	.				
033	6			089	0				
034	CHS			090	1	c ₂			
035	STD5			091	0				
036	1			092	3				
037	.			093	2				
038	7			094	8				
039	8	b ₃		095	STD3	Konstanten für inverse Normalverteilung speichern			
040	1			096	1				
041	4			097	.				
042	7			098	4				
043	1			099	3				
044	9			100	2				
045	3			101	7	d ₁			
046	7			102	8				
047	STD6			103	8				
048	.			104	STD4				
049	2			105	.				
050	5	b ₂		106	1				
051	6			107	8				
052	5			108	9				
053	6			109	2	d ₂			
054	3			110	6				
055	7			111	9				
056	8			112	STD5				
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	F	G	H	I	

113	.				
114	0				
115	0				
116	1				
117	3	d ₃			
118	0				
119	8				
120	STO6				
121	P=5				
122	0				
123	STO4				
124	STO8				
125	RTN				

LABELS					FLAGS	SET STATUS			
A	B	C	D	E	F	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"/>
						1	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
0	1	2	3	4	2	2	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
5	6	7	8	9	3	3	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		n <u>2</u>

Normalverteilung und invertiertes Normalverteilungsintegral

Karte II

REGISTERS									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A	1 für Druck 0 für kein Druck	B	1 für RA ¹ 0 für RA ⁰	C	D	E	F	G	H

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^x	
007 *LBLB		063 x	
008 SF0		064 2	
009 1		065 RCL1	
010 RTN		066 y^x	
011 *LBLC		067 ÷	
012 GSBP	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 GSB8	
019 INT		075 CF1	
020 LSTX		076 RTN	
021 X#Y?		077 *LBLB	
022 GT01		078 GSB6	x eingeben, P(x) berechnen
023 1		079 RCL2	
024 -		080 RCL1	
025 N!		081 +	
026 GSB9		082 STx5	
027 GSB8		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 JX		098 ST04	
043 RCL3		099 +	
044 x		100 X#Y?	
045 ST03		101 GT03	
046 GSB9		102 RCL5	
047 GSB8		103 x	
048 R/S		104 GSB9	
049 *LBLD		105 GSB8	
050 SF1		106 RTN	
051 *LBLB	x eingeben, f(x) berechnen	107 *LBL9	Druck-/Anzeige-Routine
052 GSB9		108 F0?	
053 ST02		109 PRTX	
054 RCL1		110 RTN	
055 1		111 *LBLB	
056 -		112 F0?	

REGISTERS									
0	1 v/2	2 x	3 1, Γ(v/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	F	G	H	I	J

[illegible]

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	
131	LSTX		187	X>0?	Für x ≤ 0 P(x) aus R(x) berechnen
132	1		188	GT08	
133	+		189	XZY	
134	ST05		190	1	
135	÷		191	-	
136	ST+6		192	CHS	
137	DSZ1		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	XZY	
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		210	RTN	
155	RCL0		211	#LBL5	Unterprogramm für Leerzeile
156	1		212	F0?	
157	ST05		213	SPC	
158	ST-0		214	RTN	
159	X=Y?				
160	GT09				
161	SF1				
162	GSBL				
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)	^F Druck	FLAGS	TRIG	DISP	
^A V/2 g'zahl	^B Vgerade	^C	^D	^E	^F Vungerade	ON OFF 0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>	
^A P(x), x > 0	^B V/2 n. g'zahl	^C $\sqrt{\pi x}$	^D Vgerade	^E Vungerade	^F	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>	
^A Leerzeile	^B P(x), x ≤ 0	^C Druck	^D f.Vgerade	^E f.Vungerade	^F	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>	

F-Verteilung

001 *LBLA		057 RCL4	
002 CLRG	Vorbereitungsschritte	058 GSB9	
003 CF0		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		066 RCL2	
011 *LBLC	V ₁ eingeben	067 2	
012 ST01		068 +	
013 GSB9		069 x	
014 RTN		070 ST+5	
015 *LBLD		071 DSZ1	
016 ST02	V ₂ eingeben	072 GT03	
017 GSB9		073 GT02	
018 RTN		074 *LBL7	
019 *LBLE	x eingeben	075 RCL2	
020 GSB9		076 2	
021 ST06		077 +	
022 ENT1		078 ST02	
023 RCL1		079 RCL7	
024 x		080 2	
025 RCL2		081 +	
026 +		082 ST07	
027 RCL2		083 ÷	
028 X↔Y		084 RCL3	
029 ÷		085 x	
030 ST03		086 x	
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 GT0d	Falls V geradzahlig	093 x	
038 GT0e	→ GT0 d, sonst GT0 e	094 F1↔	
039 RTN		095 GSB9	
040 *LBLd		096 F1↔	
041 RCL3		097 GSB8	
042 RCL2		098 RTN	
043 2		099 *LBLe	
044 ST07		100 CF1	
045 ÷		101 RCL1	
046 Y*	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 GSBd	
055 X↔Y?		111 SF1	
056 GT05		112 1	
REGISTERS			
0	1 V ₁ oder v ₂	2 V ₂ oder V ₁	3 t, 1 - t
4 (V ₂ /2 od. tV)	5 belegt	6 x	7 belegt
8 belegt	9 belegt		
S0	S1	S2	S3
S4	S5	S6	S7
S8	S9		
A	B	C	D
E			I belegt

Multiple linear Regression

001 #LBLA		057 X?	
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 >	
009 R4		065 RCL7	
010 STOB		066 X?	
011 R4		067 -	
012 STOW		068 STOB	
013 GSB?		069 RCL0	
014 ?		070 RCL3	
015 STOI		071 >	
016 R4	x _i , y _i , z _i eingeben	072 RCL8	
017 GSB?		073 RCL9	
018 8		074 >	
019 STOI		075 -	
020 RCL8	Σx _i , Σy _i , Σz _i , Σx _i ² ,	076 >	
021 GSB9	Σy _i ² , Σz _i ² , Σx _i y _i ,	077 STOC	
022 GSB?	Σy _i z _i , Σz _i x _i berechnen	078 RCL0	
023 9		079 RCL1	a, b, c berechnen
024 STOI		080 >	
025 RCLC		081 RCL?	
026 GSB9		082 RCL8	
027 GSB?		083 >	
028 RCL4		084 -	
029 RCL8		085 STOW	
030 >		086 RCL0	
031 GSB?		087 RCL?	
032 ST+1		088 >	
033 RCL4		089 RCL?	
034 RCLC		090 RCL9	
035 >		091 >	
036 GSB?		092 -	
037 ST+2		093 STOB	
038 RCL8		094 >	
039 RCLC		095 RCLC	
040 >		096 X?	
041 GSB?		097 -	
042 ST+3		098 RCLD	
043 1		099 RCL0	
044 GSB?		100 RCL5	
045 ST+0		101 >	
046 RCL0		102 RCL8	
047 GSB9		103 X?	
048 RTN		104 -	
049 #LBL1		105 >	
050 GSB?	Unterprogramm für	106 RCL4	
051 ST+1	Σx _i , Σx _i ² ...	107 X?	
052 RCL1		108 -	
053 3		109 ÷	
054 -		110 STOC	
055 STOI		111 RCL8	
056 R4		112 RCL4	

REGISTERS									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n	Σx _i y _i	Σx _i z _i	Σy _i z _i	Σx _i ²	Σy _i ²	Σz _i ²	Σz _i ²	Σy _i	Σz _i
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
belegt, a	belegt, b	z _i , B in b, c	[nΣx _i ² - (Σx _i) ²]	nΣx _i ² - (Σx _i) ²					

Approximation von Funktionen durch Polynome

Karte I

B01	#LBLH	Vorbereitungsschritte	B57	ST+6	f _{n(i)} , f(x _i) berechnen				
B02	CLPG		B58	GTO0					
B03	CF0		B59	#LBL e					
B04	CF:	N eingeben	B60	RCL8					
B05	0		B61	ENT↑					
B06	RTN		B62	+					
B07	#LBLE	y _i eingeben	B63	1					
B08	F0°		B64	+					
B09	PRTX		B65	x					
B10	STO7		B66	RCL7					
B11	F0°		B67	RCL6					
B12	SPC		B68	-					
B13	RTN		B69	x-y					
B14	#LBLO		B70	X=Y					
B15	F1°		B71	RCL7					
B16	GTO7		B72	RCL8					
B17	SF1		B73	+					
B18	F0°		B74	1					
B19	PRTX		B75	+					
B20	STD1		B76	x					
B21	STO2		B77	RCL8					
B22	STO3		B78	=					
B23	STO4		B79	-					
B24	STO5		B80	RCL7					
B25	2		B81	RCL8					
B26	STO6		B82	-					
B27	#LBLO		B83	÷					
B28	1		B84	RCL8					
B29	STOS		B85	1					
B30	RCL6		B86	+					
B31	2		B87	STOS					
B32	÷		B88	÷					
B33	F0°		B89	RCL9					
B34	PRTX		B90	X=Y					
B35	F0°		B91	STO9					
B36	SPC		B92	RTN					
B37	R S		B93	#LBLE					
B38	#LELT		B94	F0°					
B39	F0°		B95	PRTX					
B40	PRTX		B96	ENT↑					
B41	ST+1		B97	2					
B42	1		B98	X=Y°					
B43	RCL6		B99	GTO2					
B44	RCL7		100	CLX					
B45	±		101	3					
B46	-		102	X=Y°					
B47	x		103	GTO3					
B48	ST+2		104	CLX					
B49	STO9		105	4					
B50	GSEe		106	X=Y°					
B51	ST+3		107	GTO4					
B52	GSEe		108	CLX					
B53	ST+4		109	0					
B54	GSEe		110	÷					
B55	ST+5		111	#LBL2					
B56	2		112	CLX					
REGISTERS									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
(f, f ₀), a ₀	(f, f ₁), a ₁	(f, f ₂), a ₂	(f, f ₃), a ₃	(f, f ₄), a ₄	2j	N	n	f _{n(i)} f(x _j)	
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A	B		C	D	E	I			
1 für Druck./Anz.									

113	ST04			169	X \Rightarrow Y		
114	*LBL3			170	X		
115	CLX			171	ST09		
116	ST05			172	LSTX		
117	*LBL4			173	RCL6		
118	RCL1			174	X		
119	RCL7			175	ST07		
120	1			176	CLX		
121	ST08			177	R/S		
122	+			178	*LBLd	(f, f _i)	
123	÷			179	RCL7		
124	ST01			180	RCL8		
125	GSBd			181	1		
126	ST÷2			182	+		
127	GSBd			183	+		
128	ST÷3			184	N!		
129	GSBd			185	RCL7		
130	ST÷4			186	RCL8		
131	GSBd			187	-		
132	ST÷5			188	N!		
133	RCL7			189	X		
134	RCL7			190	RCL8		
135	RCL7			191	RCL8		
136	1			192	1		
137	-			193	+		
138	2			194	ST08		
139	X			195	+		
140	ST06			196	÷		
141	÷			197	RCL7		
142	3			198	N!		
143	X			199	ENT†		
144	ST08			200	X		
145	R4			201	÷		
146	2			202	RTN		
147	+			203	*LBLB	Flag 0 für AUTO-	
148	RCL6			204	SF0	Modus setzen	
149	÷			205	1		
150	ST06			206	ST0A		
151	RCL3			207	RTN		
152	X						
153	ST-1						
154	RCL8						
155	RCL3						
156	X						
157	ST03						
158	RCL7						
159	RCL7						
160	RCL7						
161	2						
162	-						
163	÷						
164	5						
165	X						
166	3						
167	÷						
168	RCL8						

LABELS					FLAGS	SET STATUS		
A Start	B Druck?	C N →	I y _i →	E n →	0 Druck	FLAGS	TRIG	DISP
a	b	c	j	g (f _n , f _n)	1 y _i , i > 1	ON OFF		
0 Druck i	1	2	3	4 (f, f ₄)	2	0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
5	6	7 i > 1	8	9 f _n (i) f(x _i)	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>

Approximation von Funktionen durch Polynome

Karte II

001 *LBL6 002 R↑ 003 R↑ 004 3 005 + 006 ENT↑ 007 ENT↑ 008 5 009 - 010 ÷ 011 2 012 × 013 3 014 ÷ 015 RCL7 016 + 017 ST07 018 RCL4 019 × 020 ST-2 021 LSTX 022 RCL9 023 × 024 ST04 025 R↑ 026 R↑ 027 4 028 + 029 ENT↑ 030 ENT↑ 031 7 032 - 033 ÷ 034 3 035 × 036 4 037 ÷ 038 RCL6 039 XZY 040 × 041 ST06 042 LSTX 043 RCL8 044 × 045 ST08 046 R↑ 047 ENT↑ 048 ENT↑ 049 ENT↑ 050 3 051 - 052 ÷ 053 7 054 × 055 4 056 ÷	Fortsetzung	057 RCL7 058 XZY 059 × 060 ST+8 061 LSTX 062 RCL9 063 × 064 RCL5 065 × 066 ST05 067 LSTX 068 ST×8 069 RCL6 070 × 071 ST+1 072 RCL8 073 ST-3 074 *LBL8 075 RCL4 076 XZY 077 SFO 078 1 079 RYS 080 *LBL6 081 XZY 082 GSB9 083 XZY 084 GSB8 085 - 086 ST08 087 LSTX 088 2 089 × 090 + 091 RCL8 092 ÷ 093 ST06 094 2 095 RCL8 096 ÷ 097 ST08 098 RCL1 099 RCL6 100 RCL2 101 × 102 + 103 RCL6 104 ENT↑ 105 × 106 RCL3 107 × 108 + 109 ST01 110 RCL2 111 RCL6 112 RCL3	xN, x0 eingeben						
REGISTERS									
0	1 b0, c0, d0	2 b1, c1, d1	3 b2, c2, d2	4 b3, c3, d3	5 b4, c4, d4	6 β	7 .	8 .a	9
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A I für Druck/Anz.	B	C	D	E	F	G	H	I	J

113	x			169	RCL1		
114	2			170	GSB9		
115	x			171	R/S		d ₀ , d ₁ , d ₂ , d ₃ , d ₄ ausgeben
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	*LBL4		
130	x			186	GSB9		x eingeben, § berechnen
131	ST+1			187	ST07		
132	RCL5			188	RCL2		
133	RCL6			189	y		
134	x			190	RCL7		
135	4			191	y ²		
136	x			192	RCL3		
137	ST+4			193	x		
138	RCL6			194	+		
139	y			195	RCL7		
140	1			196	3		
141	.			197	y ^x		
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		
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	Druck	FLAGS	TRIG
	Flag 0 setzen						ON OFF	
a	x N ↑ x ₀	c	→ d ₀ ; d ₁	g	x → §	1	0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>
0		1		3		2	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>
		2		4		3	2 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>
5		7		8	Druck		3 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>
				9	belegt			SCI <input type="checkbox"/>
								ENG <input type="checkbox"/>
								n <u>2</u>

Unterprogramm für
Druck und Leerzeile

t-Test

001 *LBLA	Vorbereitungsschritte	057 ST-2	Flag 0 für AUTO-Modus setzen						
002 CF0		058 X ²							
003 0		059 ST-3							
004 ST01		060 RCL1							
005 ST02		061 1							
006 ST03		062 -							
007 RTN		063 ST01							
008 *LBL0		064 GSB0							
009 FB ⁰		065 RTN							
010 GSB9		066 *LBLB		x _i , y _i ausgeben					
011 -	067 SF0								
012 ST+2	068 1								
013 X ²	069 RTN								
014 ST+3	070 *LBLP								
015 RCL1	071 X ² Y								
016 1	072 SPC								
017 +	073 PRTN								
018 ST01	074 X ² Y								
019 GSB0	075 PRTN	x _i oder y _i eingeben (unabhängige Stichproben)							
020 RTN	076 RTN								
021 *LBL0	077 *LBL0								
022 RCL2	078 GSB0								
023 RCL1	079 ST+2								
024 +	080 X ²								
025 GSB1	081 ST+3								
026 GSB0	082 RCL1								
027 R'S	083 1								
028 RCL3	084 +								
029 RCL2	085 ST01	d eingeben							
030 X ²	086 GSB0								
031 RCL1	087 GSB1								
032 +	088 RTN								
033 -	089 *LBL0								
034 RCL1	090 ST07								
035 1	091 RCL1								
036 -	092 ST04								
037 +	093 RCL2								
038 JX	094 ST05								
039 GSB0	095 RCL3								
040 R'S	096 ST06								
041 RCL1	097 0								
042 JX	098 ST01								
043 +	099 ST02								
044 +	100 ST03								
045 GSB0	101 RCL7								
046 R'S	102 GSB0								
047 RCL1	103 GSB1								
048 1	104 RTN								
049 -	105 *LBLd								
050 GSB0	106 RCL6								
051 GSB1	107 RCL5								
052 RTN	108 X ²								
053 *LBLD	109 RCL4								
054 FB ⁰	110 +								
055 GSB0	111 -								
056 -	112 RCL3								
REGISTERS									
0 belegt	1 n, n ₁ , n ₂	2 belegt	3 belegt	4 n ₁	5 Σx_i	6 Σx_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	F	G	H	I	J

113	+			169	*LBL1		
114	RCL2			170	F0?		
115	X ²			171	SPC		
116	RCL1			172	RTN		
117	÷						
118	-						
119	RCL1						
120	RCL4						
121	+						
122	2						
123	-						
124	ST08						
125	÷						
126	JN						
127	1						
128	RCL1						
129	÷						
130	1						
131	RCL4						
132	÷						
133	+						
134	JN						
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						
156	X ²						
157	ST-3						
158	RCL1						
159	1						
160	-						
161	ST01						
162	GSB0						
163	GSB1						
164	RTN						
165	*LBL0						
166	F0?						
167	PRTX						
168	RTN						

LABELS					FLAGS		SET STATUS		
A Start	B Druck	C $x_i \uparrow y_i$	D $x_k \uparrow y_k \rightarrow$	E $\rightarrow \bar{D}, SP...$	F Druck	G	FLAGS	TRIG	DISP
a x_i oder y_i	b x_k oder y_k	c $d \rightarrow$	d $t_2; df_2$	e	f		ON OFF		
0	1	2	3	4	5	6	0 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	DEG <input type="checkbox"/>	FIX <input type="checkbox"/>
0	1	2	3	4	5	6	1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>
0	1	2	3	4	5	6	2 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	RAD <input type="checkbox"/>	ENG <input type="checkbox"/>
0	1	2	3	4	5	6	3 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		n <u>2</u>

Unterprogramm für
Leerzeile

t_2, df_2

Berichtigung von
 x_k oder y_h

Druck/Anzeige-
Routine

Chi-Quadrat-Test

001 *LBLA	Vorbereitungsschritte	057 RCL3	Für gleiche erwartete Häufigkeiten						
002 CF0		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							
011 GSB9	Σ +	067 GSB8	Berichtigung von O _j						
012 ST03		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	Z ₁ ²	077 SF1	Flag 0 für AUTO-Modus setzen						
022 GSB8		078 RTN							
023 RTN		079 *LBLA							
024 *LBLE		080 GSB8							
025 F1^		081 ST-2							
026 GT01		082 X ²							
027 RCL2		083 ST-3							
028 GSB7		084 RCL1							
029 GSB8		085 1							
030 GSB7		086 -							
031 RTN	Z ₂ ²	087 ST01	Flag 1 für gleiche erhoffte Frequenzen						
032 *LBL1		088 GSB8							
033 1		089 GSB7							
034 RCL1		090 RTN							
035 RCL3		091 *LBLE							
036 X		092 SF0							
037 RCL2		093 1							
038 ÷		094 RTN							
039 RCL2		095 *LBL9							
040 -		096 SPC							
041 GSB7	E	097 XZY	Druck-/Anzeige-Routine						
042 GSB8		098 PRTX							
043 RTN		099 XZY							
044 *LBLA		100 PRTX							
045 RCL2		101 RTN							
046 RCL1		102 *LBLC							
047 ÷		103 SF1							
048 GSB8		104 GT0E							
049 GSB7		105 RTN							
050 RTN		106 *LBL8							
051 *LBLD	Berichtigung von O _j , E _j	107 F0^	Unterprogramm für Leerzeile						
052 F0^		108 PRTX							
053 GSB9		109 RTN							
054 ST03		110 *LBL7							
055 -		111 F0^							
056 X ²		112 SPC							
REGISTERS									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J

Kontingenztafel (Unabhängigkeitstest)

[illegible]

113	RCL E		169	RCL 0	
114	+		170	GSB 7	
115	STOE		171	RTN	
116	GSB 7		172	*LBL 6	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 8	x_{1j}, x_{2j}, x_{3j} ausgeben
122	GSB 6		178	R 4	
123	RTN		179	R 4	
124	*LBL 4		180	PRT X	
125	RCL 1		181	R*	
126	RCL 2		182	PRT X	
127	RCL 3		183	R*	
128	+		184	PRT X	
129	+		185	RTN	
130	STO 0	$3 \times k Z^2$	186	*LBL 7	Druck-/Anzeige-Modus
131	RCL 4		187	F0?	
132	RCL 1		188	PRT X	
133	÷		189	RTN	
134	STO 9		190	*LBL 6	Unterprogramm für Leerzeile
135	RCL 5		191	F0?	
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	TX				
156	GSB 7				
157	GSB 6				
158	R/S				
159	*LBL 6	$3 \times k R_1, R_2, R_3, T$			
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 $Z^2; C_c$	E $R_1; R_2; T$	F Druck	FLAGS	TRIG	DISP	
G Druck	H $3 \times k$ eingeb.	I Korrektur	J $Z^2; C_c$	K $R_1; R_2$	L Korrektur	ON OFF	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" type="checkbox"/>	
M Eingabe	N	O	P	Q	R	1 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	GRAD <input type="checkbox"/>	SCI <input type="checkbox"/>	
S	T	U	V	W	X	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>	

Spearman'scher Rangkorrelationskoeffizient

001: *LBLA	057 XZY	
002 C.F0	058 PRTX	R _i , S _j drucken
003 CF0	059 XZY	
004 CF1	060 PRTX	
005 0	061 RTN	
006 RTN	062 *LBL0	Druck-/Anzeige- Routine
007 *LBL0	063 F00	
008 F00	064 PRTX	
009 GSB9	065 RTN	
010 -	066 *LBL1	Unterprogramm für Leerzeile
011 XZ	067 F00	
012 F10	068 SPC	
013 CHS	069 RTN	
014 ST+2		
015 RCL1		
016 1		
017 F10		
018 CHS		
019 +		
020 ST01		
021 GSB0		
022 GSB1		
023 RTN		
024 *LBL1		
025 1		
026 RCL2		
027 6		
028 \		
029 RCL1		
030 XZ		
031 1		
032 -		
033 RCL1		
034 \		
035 +		
036 -		
037 GSB0		
038 RCL1		
039 RCL1		
040 1		
041 -		
042 JN		
043 \		
044 GSB0		
045 GSB1		
046 RTN		
047 *LBL0		
048 SF1		
049 GSB0		
050 CF1		
051 RTN		
052 *LBL0		
053 SF0		
054 1		
055 RTN		
056 *LBL9		

Statistische Qualitätskontrolle mit Kontrollkarten

001 #LBLA		057 R/S	
002 CLR6		058 #LBL6	
003 CF0	Vorbereitungsschritte	059 RCL5	
004 CF1		060 GSB9	
005 0		061 RTN	
006 RTN		062 #LBL6	
007 #LBL6	Für Druck/Anzeige.	063 CF1	
008 1	1 in R _E speichern	064 RCL6	
009 STO6		065 1	
010 RTN		066 +	
011 #LBL6		067 STO6	
012 STO6		068 RCL2	
013 RCL4		069 RCL1	\bar{x}_j
014 STO4		070 +	
015 RCL5		071 GSB9	
016 STO6		072 ST+7	
017 RCL0		073 R/S	
018 GSB9		074 #LBL6	
019 F10		075 RCL4	
020 STO1		076 RCL5	
021 0		077 -	
022 STO1		078 ST+8	
023 STO2		079 GSB9	R_j
024 STO3		080 GSB7	
025 X=Y		081 R/S	
026 STO4		082 #LBL6	
027 STO5		083 RCL7	
028 SF1		084 RCL6	\bar{x}
029 #LBL1		085 +	
030 RCL4		086 GSB9	
031 X=1		087 RTN	
032 X\Y0		088 #LBL6	
033 STO4		089 RCL8	
034 RCL5		090 RCL6	
035 X=Y		091 +	
036 X\Y0		092 STO3	\bar{R}
037 STO5		093 GSB9	
038 F00		094 GSB7	
039 CHS		095 R/S	
040 ST+2		096 #LBL6	
041 X2		097 RCL3	
042 F00		098 x	
043 CHS		099 RCL7	L_x
044 ST+3		100 RCL6	
045 RCL1		101 +	
046 1		102 X=Y	
047 F00		103 -	
048 CHS		104 GSB9	
049 +		105 R/S	
050 STO1		106 #LBL6	
051 GSB9		107 LSTX	U_x
052 RTN		108 2	
053 #LBL6		109 x	
054 GSB7		110 +	
055 RCL4		111 GSB9	
056 GSB9		112 GSB7	

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

Operations-Charakteristik

001 #LBLA		057 +							
002 CFB		058 LSTX							
003 CLR6	Vorbereitungsschritte	059 RCL1							
004 0		060 RCL4							
005 RTN		061 -							
006 #LBLB	Flag 0 für AUTO-	062 RCL2							
007 SFB	Modus setzen	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	071 1							
016 XZY	Losgröße speichern	072 RCL8							
017 ST02		073 +							
018 GSB3		074 ST08							
019 XZY		075 X=Y0							
020 GSB3		076 GT06							
021 RTN		077 1							
022 #LBLB		078 RCL7							
023 GSB4		079 X=Y0							
024 GSB3		080 XZY							
025 RCL1		081 GSB3							
026 x		082 R S							
027 INT		083 #LBLA							
028 ST04		084 -							
029 RCL1		085 LSTX							
030 RCL2	Endliche Losgröße	086 X=Y0							
031 GSB3		087 GSB9							
032 RCL1		088 ST05							
033 RCL4		089 1							
034 -		090 ST07							
035 RCL2		091 +							
036 GSB3		092 ST06							
037 P1		093 CLX							
038 +		094 X=Y0							
039 ST05		095 GT08							
040 ST06		096 #LBL1							
041 ST07		097 R4							
042 RCL3		098 1							
043 6		099 RCL7							
044 ST08		100 +							
045 X=Y0		101 ST07							
046 GSB5		102 X=Y0							
047 #LBLD		103 GT07							
048 RCL4		104 RCL5							
049 -		105 XZY							
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	F	G	H	I	J

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 \leftrightarrow Y			179	RCL6		
124	RTN			180	X \leftrightarrow Y		
125	*LBLd	n, c für unendliche		181	GT02		
126	ST06	Losgröße speichern		182	1		
127	X \leftrightarrow Y			183	RCL5		
128	ST01			184	X \leftrightarrow Y		
129	GSB3			185	X \leftrightarrow Y		
130	X \leftrightarrow Y			186	GSB3		
131	GSB3			187	R \leftrightarrow S		
132	RTN			188	*LBL6		
133	*LBL e			189	RCL3		
134	ST02			190	GSB3		
135	GSB4			191	R \leftrightarrow S		
136	GSB3			192	RTN		
137	ST02			193	*LBL5		
138	RCL2			194	RCL5		
139	1			195	GSB3		
140	-			196	R \leftrightarrow S		
141	CHS			197	RTN		
142	=			198	*LBL3		
143	ST08			199	F00		
144	LSTX			200	PRTX		
145	RCL1			201	RTN		
146	Y \leftrightarrow X			202	*LBL4		
147	ST03			203	F00		
148	RCL6			204	SPC		
149	0			205	RTN		
150	ST07						
151	X \leftrightarrow Y						
152	GSB6						
153	CLX						
154	RCL1						
155	X \leftrightarrow Y						
156	X \leftrightarrow Y						
157	GT06						
158	RCL3						
159	ST04						
160	ST05						
161	*LBL2						
162	RCL1						
163	RCL7						
164	-						
165	RCL7						
166	1						
167	+						
168	\div						

LABELS					FLAGS		SET STATUS		
A Start	B Druck	C N	D n \leftrightarrow c \rightarrow	E p \rightarrow P _a	F Druck		FLAGS	TRIG	DISP
a f(x)	b	c	d n \leftrightarrow c \rightarrow	a p \rightarrow P _a	1		ON OFF		
0 P _a	1 f(x+1)	2 Leerzeile	3 Druck	4	2		0 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DEG <input checked="" type="checkbox"/>	FIX <input checked="" 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"/>	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>

Warteschlangen (eine oder mehrere Abfertigungsstellen)

001 #LBLA			057 RCL1	
002 GSB9			058 RCL3	
003 ST01			059 -	
004 ST01			060 ÷	
005 R4	P		061 ST04	Lq, L
006 ST02			062 SPC	
007 XZY			063 PRTX	
008 ST05			064 R/S	
009 ÷			065 #LBLC	
010 ST03			066 RCL3	
011 PRTX			067 +	
012 R/S			068 ST06	
013 #LBLB			069 PRTX	
014 1			070 R/S	
015 ST04			071 #LBLD	
016 0			072 RCL4	
017 #LBL1			073 RCL2	Tq, T
018 RCL4			074 ÷	
019 +			075 SPC	
020 LSTX			076 PRTX	
021 RCL3			077 R/S	
022 x			078 #LBLD	
023 RCL1			079 RCL6	
024 RCL1			080 RCL2	
025 -			081 ÷	
026 1			082 PRTX	
027 +			083 R/S	
028 ÷			084 #LBLB	
029 ST04	Po, Pb		085 SPC	P(t)
030 R4			086 PRTX	
031 DST1			087 RCL1	
032 ST01			088 RCL5	
033 1			089 x	
034 RCL3			090 RCL2	
035 RCL1			091 -	
036 ÷			092 x	
037 -			093 CHS	
038 RCL4			094 e ^x	
039 XZY			095 RCL1	
040 ÷			096 x	
041 ST01			097 PRTX	
042 +			098 SPC	
043 1/X			099 R/S	
044 SPC			100 #LBL9	μ, λ, n ausgeben
045 PRTX			101 R4	
046 R/S			102 R4	
047 #LBLB			103 SPC	
048 RCL1			104 PRTX	
049 x			105 R4	
050 ST01			106 PRTX	
051 PRTX			107 R4	
052 R/S			108 PRTX	
053 #LBLC			109 RTN	
054 RCL1			110 #LBLa	m, n
055 RCL3			111 GSB8	
056 x			112 ST02	

REGISTERS									
0	1 n, m	2 λ, n	3 ρ	4 Lq, k	5 μ, Qk, L	6 L, ΣQk	7 ΣkQk, -F	8 a	9 belegt
S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A	B	C	D	E	I belegt, Pb				

113 R4		169 ST05	
114 ST01		170 SPC	
115 R/S		171 PRTX	
116 *LBL6	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		197 RCL8	
142 +		198 x	
143 x		199 PRTX	
144 RCL5		200 R/S	
145 x		201 *LBL e	
146 ST05		202 RCL7	
147 EEX		203 CHS	F
148 CHS		204 SPC	
149 9		205 PRTX	
150 0		206 SPC	
151 X>Y?		207 R/S	
152 GT02		208 *LBL8	
153 R4		209 R4	
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 t n →	b St a → p	c → L _q → T	d → L _q → T _q	e → F	1		ON OFF		
0	1 P ₀ , P _b	2 L	3 K	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>

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 Präfix-taste 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
$\rightarrow x$ 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.
$\rightarrow x, y, z$ 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.
$\rightarrow x; y; z$ 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.
$\langle\langle x \rangle\rangle, y$ A	Die Anführungszeichen bedeuten, daß x während einer Programmpause (ca. 1 Sekunde lang) angezeigt wird. Anschließend wird die Rechnung fortgesetzt und dann y angezeigt.
$\leftrightarrow x$ 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.



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, KV 12,
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