

PROGRAMMIERBARE TI-58/58C/59

Standard Software Modul



TEXAS INSTRUMENTS



Der Käufer wird darauf hingewiesen, daß nach dem Stand der Technik Fehler in Software Programmen nicht völlig ausgeschlossen werden können. Wir sichern ferner weder bestimmte Eigenschaften der Software Programme noch ihre Tauglichkeit für Kundenzwecke oder -bedürfnisse zu.

Texas Instruments gewährleistet dem Endverbraucher (Erstkäufer), daß das Software Programm von Texas Instruments für die Dauer von zwölf (12) Monaten ab Kaufdatum frei ist von Herstellungs- und Materialfehlern.

Der Gewährleistungsanspruch besteht nur, wenn das Software Programm nicht durch Unfall, unsachgemäße Behandlung, Nachlässigkeit, unsachgemäße Wartung oder andere Ursachen, die nicht auf Material- oder Herstellungsfehler zurückzuführen sind, beschädigt wurde.

Während der Gewährleistungszeit wird das mangelhafte Software Programm nach Wahl von Texas Instruments kostenlos repariert oder korrigiert werden oder Texas Instruments ersetzt das Programm durch ein einwandfreies nachgebessertes oder neues Software Programm entsprechender Qualität und Güte, sofern das Software Programm portofrei und versichert an Texas Instruments geschickt wird. Bei berechtigten Gewährleistungsansprüchen erstattet Texas Instruments die Versandkosten.

Im Falle der Ersatzlieferung unterliegt das nachgebesserte Austausch Software Programm bis zum Ablauf der ursprünglichen Gewährleistungsfrist, mindestens jedoch für 90 Tage, den vorstehenden Gewährleistungsbedingungen.

Führen Nachbesserung oder Ersatzlieferung innerhalb einer angemessenen Frist nicht zum Erfolg, kann der Käufer vom Vertrag zurücktreten oder Minderung des Kaufpreises verlangen.

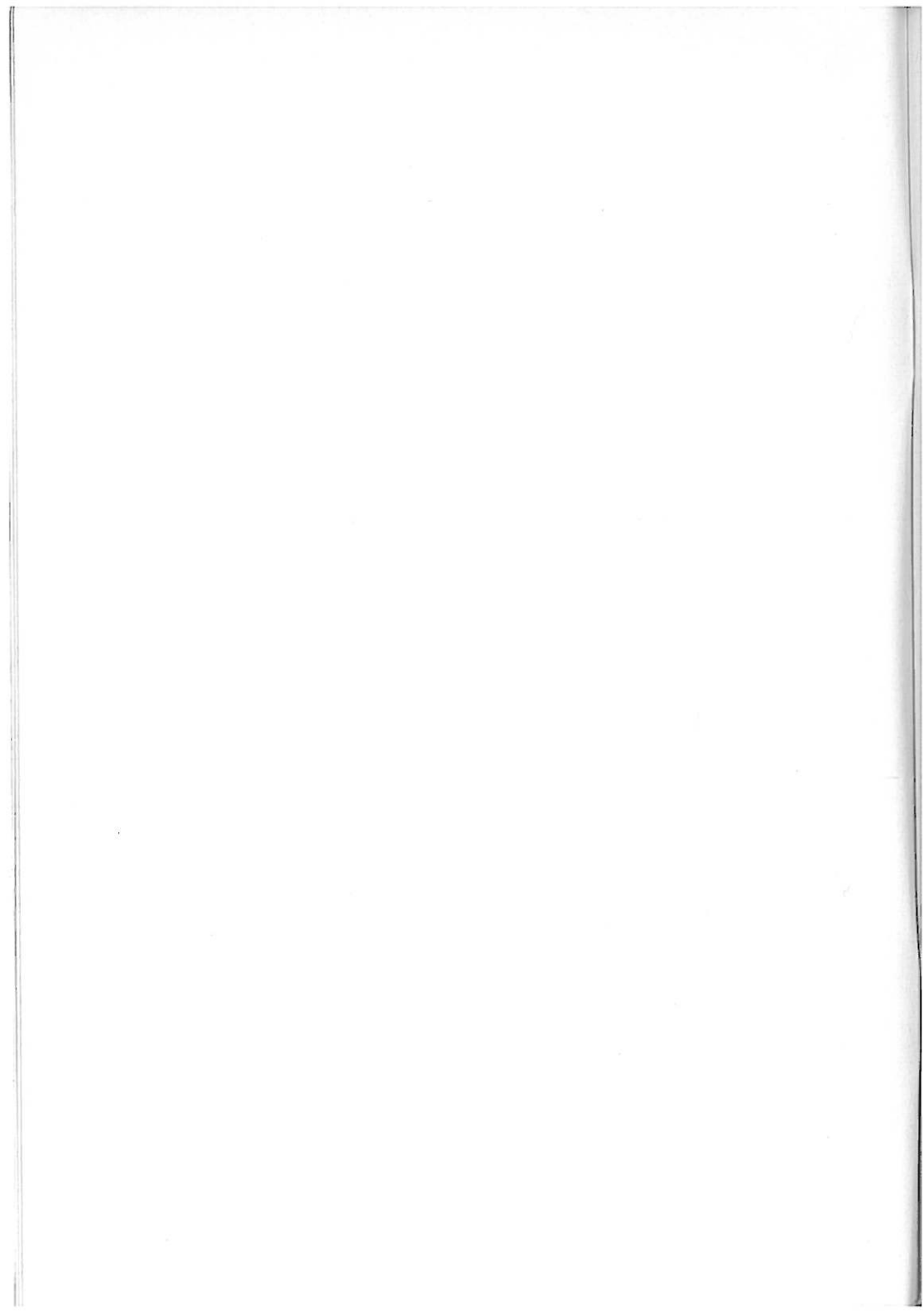
Weitere Ansprüche, insbesondere Ansprüche auf Ersatz von Schäden, die nicht an dem Software Programm selbst entstanden sind, sind ausgeschlossen.

INHALT

EINFÜHRUNG	1
Anwendung dieses Handbuchs	1
Ablauf von Solid-State-Softwareprogrammen	1
Ablauf von Solid-State-Softwareprogrammen als Unterprogramme	3
Übernahme von Programmen	4
Ausbau und Einsetzen von Modulen	5
ML-01 SOFTWARE-DIAGNOSEPROGRAMM	6
Operationstest des Rechners und des Softwaremoduls. Vorbereitung des Rechners für lineare Regressionen. Universelle Druckroutine für die Programmadresstasten.	
ML-02 MATRIXINVERSION, DETERMINANTEN UND SIMULTANGLEICHUNGEN	9
Berechnung der Determinante und der Inversion einer (n, n)-Matrix. Lösung eines Systems von n linearen Gleichungen mit n Unbekannten.	
ML-03 MATRIXADDITION UND MULTIPLIKATION	14
Addition zweier (m, n)-Matrizen, Berechnung des Produkts aus einer (m, n)-Matrix und einer (n, p)-Matrix.	
ML-04 KOMPLEXE ARITHMETIK	18
Berechnung von Summe, Differenz, Produkt und Quotient zweier komplexer Zahlen X und Y. Dazu Berechnung von Y^X , $\sqrt[n]{Y}$ und $\log X$ (zur Basis Y).	
ML-05 KOMPLEXE FUNKTIONEN	20
Für eine komplexe Zahl X berechnet das Programm X^2 , \sqrt{X} , $1/X$, e^X , $\ln X$ und die Polarform (r, θ) von X.	
ML-06 KOMPLEXE TRIGONOMETRISCHE FUNKTIONEN	22
Berechnung von $\sin X$, $\cos X$, $\tan X$, $\sin^{-1} X$, $\cos^{-1} X$ und $\tan^{-1} X$ für eine komplexe Zahl X.	
ML-07 POLYNOMENTWICKLUNG	24
Berechnung eines Polynoms für jede reelle Zahl, wenn die Koeffizienten des Polynoms gegebene reelle Zahlen sind.	
ML-08 NULLSTELLEN VON FUNKTIONEN	26
Berechnung der reellen Wurzeln einer vom Anwender definierten Funktion.	
ML-09 SIMPSONSCHE NÄHERUNG (STETIG)	29
Näherungsweise Berechnung des Integrals einer vom Anwender definierten Funktion über einem Intervall x_0 bis x_n .	
ML-10 SIMPSONSCHE NÄHERUNG (UNSTETIG)	32
Näherungsweise Berechnung des Integrals einer Funktion über einem Intervall x_0 bis x_n , wenn der Wert der Funktion an n + 1 Punkten gegeben ist und die Punkte in diesem Intervall gleiche Abstände haben.	
ML-11 DREIECKSBERECHNUNGEN (1)	34
Gegeben sind drei Stücke eines Dreiecks (SSS, SSW oder SWS). Die restlichen Winkel und Seiten werden berechnet.	

ML-12	DREIECKSBERECHNUNGEN (2)	40
	Gegeben sind drei Stücke eines Dreiecks (WSW, SWW). Die restlichen Winkel und Seiten werden berechnet. Bestimmung der Fläche bei drei gegebenen Seiten.	
ML-13	KREISBOGENBERECHNUNGEN	45
	Lösung von Aufgaben in Verbindung mit Sehne und Bogen eines Kreises.	
ML-14	NORMALVERTEILUNG	49
	Berechnung der Fläche unter der Normalverteilungskurve.	
ML-15	ZUFALLSZAHLENGENERATOR	52
	Das Programm erzeugt Folgen von gleichmäßig-oder normalverteilten Zufallszahlen.	
ML-16	KOMBINATIONEN, VARIATIONEN UND FAKULTÄTEN	55
	Berechnung der Anzahl der möglichen Kombinationen und Variationen von n Objekten, wenn r Objekte gleichzeitig entnommen werden. Dazu Berechnung der Fakultät von positiven ganzen Zahlen.	
ML-17	GLEITENDE DURCHSCHNITTE	58
	Berechnung des gleitenden Durchschnitts von n neuesten Werten in einer Folge von Zahlen.	
ML-18	ZINSESZINSEN	60
	Berechnung von einer der vier Variablen in der Zinseszinsformel, wenn die anderen drei Variablen gegeben sind.	
ML-19	RENTEN	67
	Auflösung nach einer der Variablen in Rentensituationen, wenn die restlichen Variablen gegeben sind. Die einbezogenen Rentenarten sind Amortisationsfonds, vorschüssige Rente/FV, nachschüssige Rente/PV und vorschüssige Rente/PV.	
ML-20	WOCHENTAG UND TAGE ZWISCHEN DATEN	74
	Berechnung der Anzahl der Tage zwischen zwei Daten. Bestimmung des Wochentags eines Datums. Grundlage ist der Gregorianische Kalender.	
ML-21	HI-LO-ZAHLENRATESPIEL	77
	Herleitung einer Geheimzahl zwischen 0 und 1023 und Auswertung jedes Rateversuchs nach "zu hoch" oder "zu niedrig". Umgekehrt kann der Rechner eine von Ihnen gewählte Zahl erraten. Neben der erheiternden Ablenkung ist das Programm ein einfaches Beispiel für jeden Anwender.	
ML-22	GIRO- UND SPARKONTENFÜHRUNG	79
	Ermittlung der augenblicklichen Kontostände von Giro- und Sparkonten. Neben der Verarbeitung von Einzahlungen und Abhebungen berechnet und addiert das Programm die Sparszinsen. Dieses nicht-technische Programm ist eine leicht verständliche Darstellung der Programm-Operation.	

ML-23	GRAD-MINUTEN-SEKUNDEN OPERATIONEN	82
	Ermöglicht die direkte Eingabe von Zahlen in Grad- (bzw. Stunden) Minuten-Sekunden Format für die Addition und Subtraktion. Dazu kann man eine Zahl im Grad-Minuten- Sekunden Format mit einer Zahl in Dezimalform multiplizieren oder Divisionen durchführen. Entsprechend einfach ist die Lösung von Stunden-Minuten-Sekunden Problemen.	
ML-24	UMRECHNUNG VON MASSEINHEITEN (1)	84
	Längenumrechnungen.	
ML-25	UMRECHNUNG VON MASSEINHEITEN (2)	86
	Umrechnung von Volumen-, Masse- und Temperatureinheiten.	
ANHANG A		89
	Programmkenndaten.	



EINFÜHRUNG

Ihr Rechner enthält einen austauschbaren Solid-State-Softwaremodul*, mit dem Ihnen eine große Sammlung verschiedener Programme sofort beim Einschalten des Rechners zur Verfügung steht. Jeder Solid-State-Softwaremodul enthält bis zu 5000 Programmschritte. Innerhalb von Sekunden können Sie den Modul für die Standard-Softwareprogramme gegen einen wahlweise lieferbaren Modul austauschen, beginnend bei angewandter Statistik bis hin zum Flugwesen, um Ihren Rechner auf die Lösung einer Reihe fachbezogener Probleme mit minimalem Aufwand einzustellen. Ihre Solid-State-Software Programmbibliothek beansprucht keinen wertvollen Speicherraum, den Sie für Ihre eigenen Programme benötigen. Tatsächlich kann Ihr eigenes Programm ohne Unterbrechung ein Softwareprogramm als Unterprogramm aufrufen.

ANWENDUNG DIESER ANLEITUNG

Nach dieser kurzen Einführung finden Sie die Beschreibung, die Programm-Instruktionen, Beispiele und die Grundgleichungen (wenn nötig) für jedes der 25 Programme der Standardsammlung. Jedes Programm ist leicht an der "ML"-Nummer in der oberen Ecke jeder Seite erkennbar. Diese Nummer entspricht der Aufrufnummer, die den Rechner anweist, welches Programm des Solid-State-Softwaremoduls verwendet wird.

Der primäre Bezugspunkt in diesem Buch sind die Programm-Instruktionen für jedes Programm. Diese Programm-Instruktionen stehen Ihnen auch in einer handlichen Kurzanleitung zur Verfügung, die im Lieferumfang der Programmsammlung enthalten ist. Nutzen Sie die Programmbeschreibung und die Befehle, wenn Sie das Programm erstmals durchführen, um die volle Leistung des Programms und die Grenzen kennenzulernen.

Wenn Sie in Ihren Programmen die Softwareprogramme als Unterprogramme verwenden, werden Sie sicher die Registerinhalte für das Programm und die Programmkenndaten im Anhang prüfen wollen.

ABLAUF DER SOLID-STATE-SOFTWAREPROGRAMME

Die Standardprogrammsammlung enthält eine Vielzahl zweckmäßiger Programme. Um Sie in die Anwendung der Solid-State-Softwareprogramme einzuführen, verfolgen Sie mit uns eine Reihe kurzer Beispiele:

Zuallererst schalten Sie den Rechner einige Sekunden lang aus und dann wieder ein, um jede Möglichkeit zu beseitigen, daß unvollständige Operationen oder frühere Ergebnisse das laufende Programm beeinflussen könnten. Diese Aus/Ein-Folge ist als Startpunkt für alle Beispiele in diesem Buch vorausgesetzt. Nun drücken Sie die Tastenfolge **2nd** **Pgm** **0** **1** **SBR** **[]**, um das Diagnoseprogramm aufzurufen und durchzuführen. Beachten Sie, daß die Anzeige mit Ausnahme eines schwach leuchtenden "f" dunkel bleibt. "f" im äußersten linken Teil der Anzeige ist der Hinweis, daß im Augenblick Berechnungen durchgeführt werden. Nach etwa 15 Sekunden wird in der Anzeige eine "1" ausgewiesen, d.h., der Standard-Software-Modul ist eingesetzt und Rechner und Modul funktionieren einwandfrei. Blinkt die Anzeige nach der Diagnose, siehe "Abhilfe bei Störungen" in Anhang A der Bedienungsanleitung.

Das Diagnoseprogramm ist hoch spezialisiert und arbeitet intern, um die Operation Ihrer Software-Programmsammlung zu überprüfen. Wenn Sie nachgewiesen haben, daß alles gut funktioniert, können Sie mit einem anderen Programm der Sammlung fortfahren.

Nehmen Sie an, Sie haben eine rechteckige Fläche von 6 x 8 inch und Sie benötigen die entsprechenden Längenmaße und die Fläche in Zentimeter. Programm ML-24 ist für diese Umrechnung geeignet. Wenn Sie die nichtmagnetischen schwarz-

* Schutzmarke von Texas Instruments

goldenen Labelkarten* durchsehen, finden Sie die Karte ML-24 mit der Aufschrift UNIT CONVERSIONS (1). (Umrechnung von Maßeinheiten). Schieben Sie diese Karte in das Sichtfenster über der oberen Tastenreihe des Rechners ein. Sie können jetzt erkennen, daß die Umrechnung von inch in Zentimeter (in → cm) über die Taste **A** erfolgt. Lösen Sie jetzt die Aufgabe.

EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN
	CLR 2nd F₁ 24	0.	Aufruf von Programm 24
6	A	15.24	Breite in cm
	X	15.24	
8	A	20.32	Länge in cm
	=	309.6768	Fläche in cm ²

Jede Umrechnung in diesem Programm kann in gleicher Weise durchgeführt werden. Sie drücken einfach die entsprechende Taste, die auf der ML-24 Labelkarte angegeben ist. Mit **RST** oder **2nd** **F₁** 00 können Sie den Rechner manuell wieder auf den Hauptspeicher schalten, der eines Ihrer eigenen Programme enthalten kann.

Wenn Sie einen Drucker PC-100A**, PC-100B oder PC100C besitzen, erhalten Sie mit nur wenigen zusätzlichen Schritten eine gedruckte Aufzeichnung aller gelösten Probleme. Die meisten Programme der Standardsammlung drucken nicht automatisch Eingabe oder Ergebnis aus. Damit werden unerwünschte Ausdrücke vermieden, wenn die Softwareprogramme in den eigenen Routinen als Unterprogramm verwendet werden. Programm 01 enthält jedoch eine spezielle Druckroutine, die den Ausdruck jeder Eingabe und jedes Programmresultats veranlaßt.

Setzen Sie Ihren Rechner auf den PC-100A, PC-100B oder PC-100C auf, und beachten Sie dabei das Verfahren, das in der Bedienungsanleitung für den Drucker erläutert ist. Der in Schritt 2 erwähnte Schalter muß für Ihren Rechner auf "OTHER" eingestellt werden (nur PC-100A). Schalten Sie Rechner und Drucker immer aus, wenn Sie den Rechner aufsetzen oder abnehmen. Wenn der Rechner richtig aufgesetzt und eingeschaltet ist, und die Taste TRACE nicht gedrückt ist, wiederholen Sie noch einmal die Umrechnungsaufgabe.

EINGABE	TASTE	ANZEIGE	AUSDRUCK	BEMERKUNGEN
	CLR 2nd F₁ 01	0.		Aufruf von Programm 01
	24 STO 00	24.		Anweisung in der Druckroutine z. Aufruf von Progr. 24
6	A	6.	6.	Breite in inch
		15.24	15.24	Breite in cm
	X	15.24		
8	A	8.	8.	Länge in inch
		20.32	20.32	Länge in cm
	=	309.6768		
	2nd F₁	309.6768	309.6768	Fläche in cm ²

Beachten Sie, daß die automatische Druckroutine nur wirksam ist, wenn die Programmadresstasten verwendet werden, aber Sie können mit einer manuellen Anweisung über die Tastenfolge **2nd** **F₁** auf dem Rechner oder über PRINT auf dem Drucker jedes Endergebnis ausdrucken lassen.

- * Die Karten werden auf einem vorgelochten Bogen geliefert. Trennen Sie die einzelnen Karten vorsichtig ab. Im Kartenetui können Sie bequem aufbewahrt werden.
- ** Anmerkung :Die programmierbaren Rechner TI-58, TI-58C und TI-59 funktionieren nicht mit dem PC-100.

Ehe Sie beginnen, die Solid-State-Softwareprogramme selbst anzuwenden, müssen Sie sich einige wesentliche Dinge einprägen, bis Sie mit Ihrem Rechner vertraut sind.

1. Drücken Sie vor dem Ablauf eines Programms **[CLR]**, wenn Sie sich über den Status des Rechners nicht sicher sind.
2. Bei einigen Programmen behält der Rechner eine Festkomma-Einstellung bei (Siehe Anhang A). Drücken Sie in solchen Fällen **[INV]** **[2nd]** **[fix]**, ehe Sie ein anderes Programm ablaufen lassen.
3. Es gibt keine sichtbare Anzeige, welches Solid-State-Softwareprogramm aufgerufen wurde. Wenn Sie Zweifel haben, ist die sicherste Methode, das gewünschte Programm mit **[2nd]** **[Prog]** mm aufzurufen, wobei mm die zweistellige Programm-nummer ist. Der Rechner bleibt auf diese Programm-nummer eingestellt, bis ein anderes Programm aufgerufen, **[RST]** gedrückt oder der Rechner ausgeschaltet wird.
4. Eine blinkende Anzeige bedeutet im allgemeinen, daß eine falsche Tastenfolge eingegeben oder eine numerische Grenze überschritten wurde. In diesem Fall wiederholen Sie immer die Programmfolge und prüfen, ob jeder Schritt entsprechend den Programm-Instruktionen ausgeführt wurde. Alle ungewöhnlichen Grenzen eines Programms sind in den Programm-Instruktionen oder darauf bezogenen Anmerkungen angegeben. Der Teil "Abhilfe bei Störungen" in Anhang A der Bedienungsanleitung kann für die Isolierung eines Problems hilfreich sein.
5. Einige der Solid-State-Softwareprogramme können, abhängig von den Eingabedaten, eine Laufzeit von mehreren Minuten haben. Wenn Sie ein ablaufendes Programm anhalten wollen, drücken Sie die Taste **[RST]**. Diese Operation wird als Nothalt betrachtet und sie gibt die Steuerung wieder an den Hauptspeicher. Das Programm muß für eine Wiederholung erneut aufgerufen werden.

DIE ANWENDUNG DER SOLID-STATE-SOFTWAREPROGRAMME ALS UNTERPROGRAMME

Jedes der Solid-State-Softwareprogramme kann als Unterprogramm für Ihr eigenes Programm im Hauptspeicher aufgerufen werden. Hierzu können Sie jede der beiden Programmfolgen verwenden: 1) **[2nd]** **[Prog]** mm (Programmadresstaste) oder 2) **[2nd]** **[Prog]** mm **[SBR]** (allgemeines Label). Beide Folgen geben die Programmsteuerung an das Programm mm, durchlaufen die Unterprogrammfolge und kehren automatisch ohne Unterbrechung wieder zurück zum Hauptprogramm. Andere Tasten als **[SBR]** oder eine Programmadresstaste nach **[2nd]** **[Prog]** mm sind unzulässig und können zu unerwünschten Ergebnissen führen.

Es ist sehr wichtig, die Programmkenndaten in Anhang A zu berücksichtigen, wenn ein Programm als Unterprogramm aufgerufen wird. Sie müssen Ihr eigenes Programm so planen und schreiben, daß die Datenregister, Flags, Unterprogrammebenen, Klammerebenen, T-Register, Winkeleinheit etc. des aufgerufenen Unterprogramms in Ihr eigenes Programm einbezogen sind. Zu jeder Programmbeschreibung gehören Angaben über die Registerinhalte. Sie liefern Hinweise, um zu bestimmen, wo die Daten eingebracht sind oder wie sie gespeichert werden müssen, um das Programm durchzuführen.

Ein Programmbeispiel, das ein Solid-State-Softwareprogramm als Unterprogramm aufruft, finden Sie im Abschnitt IV „Die Programmierung“, in der Bedienungsanleitung.

Wenn Sie ein Solid-State-Softwareprogramm überprüfen und sich mit seinem Inhalt befassen müssen, können Sie es in den Programmspeicher übernehmen, wie es im folgenden Absatz beschrieben wird.

ÜBERNAHME EINES SOLID-STATE-SOFTWAREPROGRAMMS IN DEN PROGRAMMSPEICHER

Wenn Sie ein Solid-State-Softwareprogramm überprüfen müssen, können Sie es in den Programmspeicher übernehmen*. Damit haben Sie die Möglichkeit, das Programm in Einzelschritten zu durchlaufen, gleich, ob Sie den Learn-Modus eingeschaltet haben oder nicht. Auch die Druckerfunktionen, Programmauflistung und Protokolle, können durchgeführt werden. Die einzige Forderung für die Übernahme eines Solid-State-Softwareprogramms ist, daß die Speicherbereichsverteilung so gewählt sein muß, daß genügend Programmspeicherraum für die Aufnahme des Softwareprogramms vorhanden ist. Die Tastenfolge für die Übernahme ist **2nd** **Prog** **mm** **2nd** **Up** 09, wobei mm die entsprechende Programm-Nummer ist. Dieses Verfahren bringt, beginnend mit Speicherplatz 000, das geforderte Programm in den Programmspeicher. Das übernommene Programm überschreibt alle Befehle, die zuvor in diesem Teil des Programmspeichers gespeichert waren. Ehe Sie ein übernommenes Programm ablaufen lassen oder protokollieren, müssen Sie **RST** drücken.

Beachten Sie, daß ML-02 und ML-19 wegen der Länge dieser Programme nicht in den TI-58/TI-58C übernommen werden können. Für die Programme ML-03 und ML-06 muß beim TI-58/58C die Anfangsverteilung geändert werden. Die Tastenfolge, um die Speicherbereichsverteilung für diese Programme zu ändern, ist **2** **2nd** **Up** 17. Die Änderung muß vor der Befehlsfolge zur Übernahme des Softwareprogramms erfolgen.

Für die Programme ML-02 und ML-19 muß auch die Anfangsverteilung des TI-59 geändert werden. Die Tastenfolge, um die Verteilung für ML-02 neu einzustellen, ist **CLR** **2nd** **Up** 17. Da diese Speicherbereichsverteilung keine Datenregister übrigläßt, kann ML-02 im Hauptspeicher nicht durchgeführt werden. Für ML-19 ist die Tastenfolge **4** **2nd** **Up** 17, um die Verteilung entsprechend zu ändern.

AUSBAU UND EINBAU DER MODULE

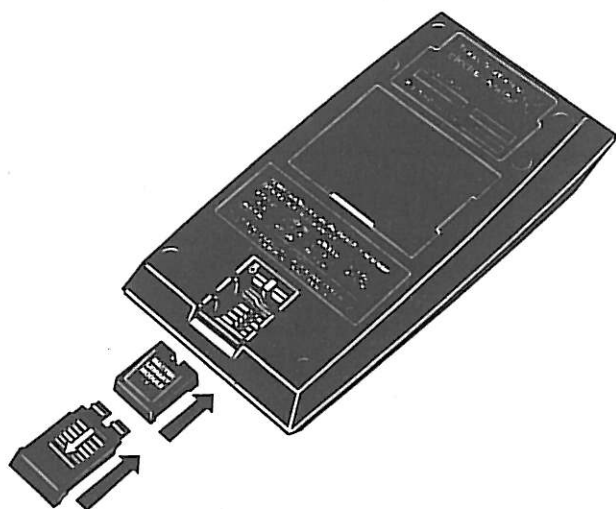
Der Modul für die Standardprogramme wird vom Hersteller in den Rechner eingebaut, er kann aber leicht gegen einen anderen ausgetauscht werden. Es empfiehlt sich, den Modul im Rechner zu lassen, es sei denn, Sie wollen ihn auswechseln. Befolgen Sie nachstehende Anweisungen, wenn Sie den Modul herausnehmen oder austauschen müssen.

VORSICHT

Berühren Sie einen Metallgegenstand, ehe Sie den Modul auswechseln, um mögliche Schäden durch statische Aufladung zu vermeiden.

1. Schalten Sie den Rechner aus. Beim Einsetzen oder beim Ausbau eines Moduls können die Kontakte kurzgeschlossen werden und den Modul und/oder den Rechner schwer beschädigen, wenn der Rechner bei dieser Tätigkeit eingeschaltet ist.
2. Schieben Sie die kleine Abdeckplatte des Modulfachs im rückwärtigen Teil des Rechnerbodens heraus. (siehe Skizze).
3. Nehmen Sie den Modul heraus. Sie können dazu den Rechner umdrehen und den Modul in Ihre Hand fallen lassen.
4. Schieben Sie den Modul mit dem eingekerbten Ende zuerst und mit der Beschriftung oben in das Fach. Der Modul muß ohne Kraftaufwand in die richtige Position gleiten.
5. Schieben Sie die Abdeckplatte wieder auf das Fach, um sicherzustellen, daß der Modul einwandfreien Kontakt hat.

* Dies gilt nicht für geschützte Programmsammlungen.



Berühren Sie nicht die Kontakte innen im Modulfach. Beschädigungen könnten die Folge sein.

ML-01

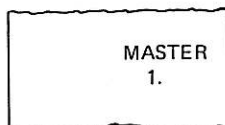
SOFTWARE-DIAGNOSEPROGRAMM

Dieses Programm führt folgende Funktionen separat durch:

1. Diagnose/Softwaremodul-Test
2. Vorbereitung der linearen Regression
3. Druckroutine

Diagnose/Softwaremodul-Test

Diese Routine überprüft die Operation Ihres Rechners und der meisten Funktionen, einschließlich Umrechnungen und statistische Funktionen, die im Rechner vorprogrammiert sind, sowie trigonometrische Funktionen, Datenregisteroperationen, Programmverzweigungen und Vergleiche. Sie verwendet auch andere Standardsoftwareprogramme, um nachzuweisen, daß der Modul eingesetzt ist und korrekt arbeitet. Wenn die Diagnose-Routine erfolgreich abläuft, wird nach etwa 15 Sekunden die Zahl 1. ausgewiesen. Wenn der Rechner an den Drucker PC-100A, PC-100B oder PC-100C angeschlossen ist, wird folgendes ausgedruckt :



Eine Störung im Rechner oder des Solid-State-Softwaremoduls wird durch eine blinkende Zahl angezeigt. Im Falle von Schwierigkeiten siehe Anhang A der Bedienungsanleitung mit genauen Angaben über die verschiedenen Abhilfen.

Wenn Sie, ohne nachzuschauen, wissen wollen, welcher Solid-State-Softwaremodul gerade eingesetzt ist, können Sie direkt den Teil der Routine aufrufen, der die Funktion des Softwaremoduls überprüft. Wenn der Modul für die Standard-Softwareprogramme im Rechner ist, wird die Zahl 1. ausgewiesen. Diese Zahl kennzeichnet einzig die Standard-Programmsammlung (andere Programmsammlungen haben andere Kennziffern).

Vorbereitung der linearen Regression

Diese Routine bereitet den Rechner auf lineare Regressionen vor. Sie löscht die Datenregister R_{06} und das T-Register. Sie soll immer vor linearer Regression und anderen vorprogrammierten statistischen Funktionen verwendet werden, aber auch dann, wenn man diese Register getrennt löschen will, ohne den Inhalt anderer Register zu zerstören.

Druckroutine

Diese Routine ermöglicht den automatischen Ausdruck der Eingabe- und Ausgabezahlen, die zu den Programmadressstasten für die Standard-Softwareprogramme oder für jedes andere Programm im Programmspeicher gehören. Das heißt, jedesmal, wenn Sie eine Programmadresse drücken, werden die jeweilige Zahl in der Anzeige und die Zahl, die nach der Berechnung ausgewiesen wird, automatisch vom PC-100A, PC-100B oder PC-100C gedruckt. Um Ihnen das Verständnis für die Operation dieser Routine in den verschiedenen Programmen zu erleichtern, werden die Druckerergebnisse für jedes Beispiel in diesem Buch mit dargestellt.

Solid State Software		TI ©1977
MASTER LIBRARY DIAGNOSTIC		ML-01
DIAGNOSTIC: SBR [=]		
L.R. INIT: SBR CLR	PRINT: mm STO 00	

PROGRAMMINSTRUKTIONEN

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
	Diagnose/Modultest			
A1	Programmwahl		2nd F_{PM} 01	
A2	Durchführung der Diagnose oder		SBR [=]	1. ¹
A3	Softwaremodultest		SBR 2nd R/S	1. ²
	Vorbereitung der linearen Regression			
B1	Programmwahl		2nd F_{PM} 01	
B2	Vorbereitung der linearen Regression		SBR CLR	0.
	Druckroutine			
C1	Programmwahl		2nd F_{PM} 01	
C2	Einstellung d.Rechners auf d.Ausdruck d.Eingabe- und Ausgabeinformationen f.d.Programmadresstasten d. Programms Nummer mm ³ Jetzt können d.Programm-Instruktionen f.d.Progr. befolgt werden, ohne daß es aufgerufen werden muß	mm	STO 00	mm

- ANMERKUNGEN:**
1. Diese Ausgabeinformation erhalten Sie, wenn der Rechner richtig funktioniert.
 2. Die Nummer 1 ist die Kennziffer für die Standard-Softwareprogramme.
 3. Die Standard-Softwareprogramme sind von 1 bis 25 numeriert. Das Programm Nummer 0 ist der Programmspeicher des Rechners.

ML-01

Beispiel 1: Diagnose

TASTE	ANZEIGE	WAHLWEISER AUSDRUCK
2nd PRG 01 SBR ≡	1.	MASTER 1.

Beispiel 2: Softwaremodul-Test

TASTE	ANZEIGE	WAHLWEISER AUSDRUCK
2nd PRG 01 SBR 2nd R/S	1.	MASTER 1.

Beispiel 3: Vorbereitung der linearen Regression

TASTE	ANZEIGE
2nd PRG 01 SBR CLR	0.

Beispiel 4: Druckroutine

Anwendung der Druckroutine für das Programm ML-24, UMRECHNUNG VON MASSEINHEITEN

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	REF.	DRUCK
		2nd PRG 01		Programmwahl	1	2.
	24	STO 00	24	Nr. Programm		5.08
1	2	A	5.08	inch in cm	2	6.
2	6	B	1.8288	Fuß in m		1.8288
3	20	C	18.288	yd in m	3	20.
4	1000	2nd D	621.3711922	km in mi		18.288
5	100	2nd B	328.0839895	m in ft	4	1000.
					5	621.3711922
						100.
						328.0839895

Registerinhalte

R ₀₀	mm	R ₀₅	R ₁₀	R ₁₅
R ₀₁		R ₀₆	R ₁₁	R ₁₆
R ₀₂		R ₀₇	R ₁₂	R ₁₇
R ₀₃		R ₀₈	R ₁₃	R ₁₈
R ₀₄		R ₀₉	R ₁₄	R ₁₉

MATRIXINVERSION, DETERMINANTEN UND SIMULTANGLEICHUNGEN

Die Operationen in diesem Programm sind:

1. Bestimmung der Determinante
2. Matrixinversion
3. Lösung linearer Simultangleichungen

Zuerst kann man die Determinante $|A|$ einer (n, n) -Matrix A bestimmen. Anschließend kann die Matrixinversion A^{-1} ermittelt werden, vorausgesetzt, die Determinante ist nicht Null. In diesem Fall kann auch ein System von n linearen Gleichungen mit n Unbekannten gelöst werden.

Eine (n, n) -Matrix wird durch folgende Darstellung beschrieben:

$$\text{Matrix } A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Die maximale Matrixgröße, die noch verarbeitet werden kann, hängt von der Anzahl der verfügbaren Datenregister ab. Siehe folgende Tabelle:

Höchstzahl der erforderlichen Datenregister

Matrix- größe	Determinante oder Inversion	Simultan- gleichungen
2 X 2	13	15
3 X 3	19	22
4 X 4	27	31
5 X 5	37	42
<u>6 X 6</u>	<u>49</u>	<u>55</u>
7 X 7	63	70
8 X 8	79	87
9 X 9	97	—

Anmerkung: Beim Einschalten des Rechners ist die Anzahl der Datenregister automatisch auf 30 ($R_{00} - R_{29}$) beim T1-58 und auf 60 ($R_{00} - R_{59}$) beim T1-59 eingestellt. Der T1-58C behält die gewählte Speicherbereichsverteilung auch im ausgeschalteten Zustand bei. Die Verteilung kann so geändert werden, daß unterschiedliche Teile des Speicherbereichs der Datenspeicherung zugewiesen werden. Diese Umverteilung erfolgt in Gruppen von 10 Datenregistern mit der Tastenfolge R 2nd Up 17, wobei R die Anzahl der Zehnergruppen der Datenregister ist. Der maximale Wert für R ist 6 ($R_{00} - R_{59}$) beim T1-58/58C und 10 ($R_{00} - R_{99}$) beim T1-59. Stellen Sie sicher, daß die Speicherbereichsverteilung richtig gewählt ist, ehe Sie versuchen, dieses Programm anzuwenden.

Solid State Software		T1 © 1977	
DETERMINANT, MATRIX, & SIMUL. EQ.			ML-02
i → x _i	→ A ⁱ	j → a _{ij}	→ A , A ⁻¹
n	j → a	→ A	i → b

PROGRAMMINSTRUKTIONEN

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
1	Programmwahl		2nd Fn 02	
2	Eingabe der Matrixordnung	n	A	n*
3	Eingabe der Spaltenelemente der Matrix A beginnend mit Spalte 1. (Zur Korrektur einer Eingabe in Spalte j geben Sie einfach j ein und drücken B). Dann wiederholen Sie die Eingabe der gesamten Spalte über die Taste R/S	1 a ₁₁ a ₂₁ : : : a _{n1} a ₁₂ a ₂₂ : : : a _{nn}	B R/S R/S : : : R/S R/S R/S : : : R/S C	1. a ₁₁ * a ₂₁ * : : : a _{n1} * a ₁₂ * a ₂₂ * : : : a _{nn} * A *
4	Berechnung der Determinante Wenn A ≠ 0: Lösung Ax = b (Führen Sie die Schritte 1-4 zuerst aus)		C	A *
5	Geben Sie die Elemente des Spaltenvektors b beginnend mit b ₁ ein. (Zur Korrektur eines Eingabefehlers für b _j geben Sie einfach j ein und drücken D). Sie wiederholen dann die Eingabe von b _j über die Taste R/S	1 b ₁ : : : b _n	D R/S : : : R/S	1. b ₁ * : : : b _n *
6	Berechnung von x		CLR E	1.
7	Anzeige der Elemente von x, beginnend mit x ₁	1	2nd A R/S : : : R/S	1. x ₁ * : : : x _n *
8	Nur Anzeige von x _i Um das System für einen neuen Vektor b' zu lösen, wiederholen Sie nur die Schritte 5-8. Wenn A ≠ 0: Ermitteln Sie A ⁻¹ (Führen Sie die Schritte 1-4 zuerst aus)	i	2nd A R/S	i x _i *
9	Berechnung von A ⁻¹		CLR 2nd B	1.
10	Anzeige der Elemente von A ⁻¹ in Spalten, beginnend mit Spalte 1: (Zur Anzeige der Elemente von A ⁻¹ beginnend mit Spalte j, geben Sie j ein und drücken dann 2nd C). Durch Drehung der quadratischen Matrizen kann A ⁻¹ mit vertauschten Spalten gespeichert werden, auch wenn die Inversion in der richtigen Folge angezeigt wird. Aus diesem Grund muß A ⁻¹ für die Anwendung in weiteren Berechnungen erneut eingegeben werden. Anmerkung: A ist verloren, sobald A ⁻¹ berechnet ist.	1	2nd C R/S R/S : : : R/S R/S : : : R/S	1. a ₁₁ ⁻¹ * a ₂₁ ⁻¹ * : : : a _{n1} ⁻¹ * a ₁₂ ⁻¹ * : : : a _{nn} ⁻¹ * A *
11	Um A und A ⁻¹ gleichzeitig zu berechnen, führen Sie d.Schritte 1-3, dann diesen Schritt 11 durch, u.fahren dann m.Schritt 10 fort, um A ⁻¹ anzuzeigen, wenn A ≠ 0.		2nd E	A *

*Dieser Ausdruck erfolgt automatisch, wenn der Drucker angeschlossen ist.

- ANMERKUNGEN:**
1. Wegen des Abrundungsfehlers kann dieses Programm für $|A|$ keine genauen Werte liefern. Zum Beispiel wird $\begin{vmatrix} 3 & -2 \\ -9 & 6 \end{vmatrix}$ als -9×10^{-12} und nicht als Null berechnet.
 2. Die Ermittlung der Inversion einer (3, 3)-Matrix dauert ca. eine Minute, für eine (9, 9)-Matrix muß man dagegen mit einer Laufzeit von 12 Minuten rechnen.
 3. Dieses Programm enthält seine eigenen Druckbefehle und soll deshalb nicht mit der Druckroutine des Programms ML-D1 verwendet werden.

Registerinhalte

R ₀₀		R ₀₅	Zähler	R ₁₀	R ₁₅
R ₀₁	Zeiger	R ₀₆	Determinante	R ₁₁	R ₁₆
R ₀₂	Zeiger	R ₀₇	n	R ₁₂	R ₁₇
R ₀₃	Zeiger	R ₀₈	Siehe Anmerkung	R ₁₃	R ₁₈
R ₀₄	Zähler	R ₀₉		R ₁₄	R ₁₉

Anmerkung: R₀₈ bis R_{n²+n+7} werden für die Determinante und für die Matrixinversion verwendet. R₀₈ bis R_{n²+2n+7} werden für die Simultangleichungen belegt, wobei n die Ordnung der Matrix ist.

ML-02

Beispiel: Berechnen Sie die Determinante von A, wobei $A = \begin{pmatrix} 4 & 8 & 0 \\ 8 & 8 & 0 \\ 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$. Lösen Sie dann $Ax = b$ und $Ax' = b'$, wobei

$b = \begin{pmatrix} 4 \\ 4 \\ 6 \end{pmatrix}$ und $b' = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ 4 \end{pmatrix}$. Berechnen Sie zum Schluß A^{-1} .

EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK *
	2nd Prm 02		Programmwahl	
3	A	3.	n	3.
1	B	1.	Beginn mit Spalte 1	
4	R/S	4.	a_{11}	4.
8	R/S	8.	a_{21}	8.
2	R/S	2.	a_{31}	2.
8	R/S	8.	a_{12}	8.
0	R/S	8.	a_{22}	8.
0	R/S	0.	a_{32}	0.
8	R/S	0.	a_{13}	0.
1	R/S	8.	a_{23}	8.
	C	1.	a_{33}	1.
		96.	A	96.
1	D	1.	Beginn mit b_1	
4	R/S	4.	b_1	4.
4	R/S	4.	b_2	4.
6	R/S	6.	b_3	6.
	CLR E		Berechnung von x	
1	2nd A	1.	Beginn mit x_1	
	R/S	4.	x_1	4.
	R/S	-1.5	x_2	-1.5
	R/S	-2.	x_3	-2.
1	D	1.	Beginn mit b_1	
12	R/S	12.	b_1'	12.
32	R/S	32.	b_2'	32.
4	R/S	4.	b_3'	4.
	CLR E		Berechnung von x'	
1	2nd A	1.	Beginn mit x_1'	
	R/S	1.	x_1'	1.
	R/S	1.	x_2'	1.
	R/S	2.	x_3'	2.
	CLR 2nd B		Berechnung von A^{-1}	
1	2nd C	1.	Beginn mit Spalte 1	
	R/S	.0833333333	a_{11}^{-1}	.0833333333
	R/S	.0833333333	a_{21}^{-1}	.0833333333
	R/S	-.1666666667	a_{31}^{-1}	-.1666666667
	R/S	-.0833333333	a_{12}^{-1}	-.0833333333
	R/S	.0416666667	a_{22}^{-1}	.0416666667
	R/S	.1666666667	a_{32}^{-1}	.1666666667
	R/S	.6666666667	a_{13}^{-1}	.6666666667
	R/S	-.3333333333	a_{23}^{-1}	-.3333333333
	R/S	-.3333333333	a_{33}^{-1}	-.3333333333

*Dieser Ausdruck erfolgt automatisch, wenn der Drucker angeschlossen ist.

Lösungsmethode

In den Berechnungen wird die Darstellung der regulären Matrix als Produkt von zwei Dreiecksmatrizen verwendet. Diese Methode ist durch folgende Gleichungen beschrieben: Wenn $|A| \neq 0$, dann ist $A = LU (\Delta\sigma)$, wobei L (σ) die untere Dreiecksmatrix und U (Δ) die obere Dreiecksmatrix bezeichnet. U_{σ} (u_{ij}) und L_{Δ} werden mit folgenden Gleichungen berechnet. ($l_{kk} = 1$) :

$$u_{kj} = a_{kj} - \sum_{p=1}^{k-1} l_{kp} u_{pj} \quad j = (k, k+1, \dots, n)$$

$$l_{ik} = \frac{a_{ik} - \sum_{p=1}^{k-1} l_{ip} u_{pk}}{u_{kk}} \quad i = (k+1, \dots, n)$$

Die Determinante von A ist das Produkt der diagonalen Elemente von U , und die Inversion von A wird berechnet als:

$$A^{-1} = (LU)^{-1} = U^{-1} L^{-1}$$

Zur Ergänzung dieser Gleichung, wenn $L^{-1} = Y$ und $U^{-1} = Z$, dann ist $\delta_{ij} = 0$ für $i \neq j$; 1 für $i = j$:

$$y_{ij} = \frac{\delta_{ij} - \sum_{k=j}^{j-1} l_{ik} y_{kj}}{l_{ij}} \quad i = (j, j+1, \dots, n)$$

$$z_{ij} = \frac{\delta_{ij} - \sum_{k=i+1}^i u_{jk} z_{kj}}{u_{ij}} \quad i = (j, j-1, \dots, 1)$$

Wenn b ein $n \times 1$ Spaltenvektor ist, dann wird das System $Ax = b$ mit folgendem Verfahren gelöst.

Zuerst wird $Ly = b$ nach y aufgelöst, wobei

$$y_{ij} = \frac{b_i - \sum_{k=1}^{i-1} l_{ik} x_k}{l_{ii}} \quad i = (1, 2, \dots, n)$$

Dann errechnet man $Ux = y$ durch

$$x_{ij} = \frac{b_i - \sum_{k=i+1}^n u_{jk} x_k}{u_{ij}} \quad i = (n, n-1, \dots, 1)$$

Zur Erhöhung der Genauigkeit wurde eine partielle Drehung durchgeführt.

Literatur: Numerical Methods, Germund Dahlquist und Ake Björk, Prentice Hall, 1974.

MATRIXADDITION UND MULTIPLIKATION

Gegeben sind zwei (m, n)-Matrizen A und B und die Zahlen λ_1 und λ_2 . Das Programm kann die Gleichung $\lambda_1 A + \lambda_2 B = C$ berechnen. Die resultierende Matrix C ersetzt die Matrix A im Programmspeicher.

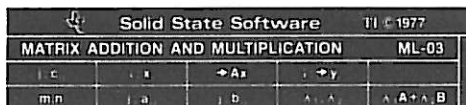
$$\lambda_1 \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} + \lambda_2 \begin{pmatrix} b_{11} & \dots & b_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ b_{m1} & \dots & b_{mn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c_{11} & \dots & c_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ c_{m1} & \dots & c_{mn} \end{pmatrix}$$

Dieses Programm kann auch zur Berechnung des Produkts AB verwendet werden, wobei A eine (m, n)-Matrix und B eine (n, p)-Matrix ist.

$$\begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b_{11} & \dots & b_{1p} \\ \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & \dots & b_{np} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c_{11} & \dots & c_{1p} \\ \dots & \dots & \dots \\ c_{m1} & \dots & c_{mp} \end{pmatrix}$$

In der Matrixmultiplikation wird die resultierende Matrix spaltenweise berechnet. Die Matrix A muß zuerst eingegeben werden. Dann folgt die Eingabe der ersten Spalte der Matrix B und die erste Spalte der Matrix C wird berechnet. Der nächste Schritt ist die Eingabe der zweiten Spalte der Matrix B, um die Berechnung der zweiten Spalte der Matrix C zu ermöglichen. Dieses Verfahren wird für alle Spalten der Matrix fortgesetzt. Matrix A wird durch die Matrixmultiplikation nicht zerstört.

Die Datenregister $R_1 - R_{(2m+n+7)}$ müssen für die Matrixaddition verfügbar sein. Die Matrixmultiplikation erfordert die Register $R_1 - R_{(mn+n+7)}$. Eine Änderung der Speicherbereichsverteilung kann nötig werden, um die erforderlichen Datenregister zu erhalten. (Siehe Programm ML-02).



PROGRAMMINSTRUKTIONEN

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
1	Programmwahl		2nd PRG 03	
2a	Eingabe der Anzahl der Reihen der Matrix A	m	A	m*
2b	Eingabe der Anzahl der Spalten von A (die Schritte 2a und 2b müssen nacheinander durchgeführt werden)	n	A	n*
3	Eingabe der Elemente der Matrix A beginnend mit Spalte 1	1 a ₁₁ a ₂₁ : : a _{m1} a ₁₂ a ₂₂ : : a _{mn}	B R/S R/S : : R/S R/S R/S : : R/S	1. a ₁₁ * a ₂₁ * : : a _{m1} * a ₁₂ * a ₂₂ * : : a _{mn} *

*Diese Werte werden automatisch ausgedruckt, wenn der Drucker angeschlossen ist.

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
4	Matrixaddition: Erstens Dann Eingabe d. Elemente d. Matrix B über d. Taste $\boxed{R/S}$ wie in Schritt 3 (Zur Korrektur eines Eingabebefehls i. d. Spalte j geben Sie j ein und drücken \boxed{C}). Dann geb. Sie über d. Taste $\boxed{R/S}$ d. ganze Spalte neu ein.	1	\boxed{C}	1
5a	Eingabe von λ_1	λ_1	\boxed{D}	λ_1^*
5b	Eingabe von λ_2 (D. Schritte 5a u. 5b müssen nacheinander ausgeführt werden. Diese Schritte sind auch dann erforderlich, wenn $\lambda_1=1$ und/oder $\lambda_2=1$)	λ_2	\boxed{D}	λ_2^*
6	Berechnung von $C = \lambda_1 A + \lambda_2 B$		\boxed{CLR} \boxed{E}	1.
7	Anzeige der Elemente von C beginnend mit Spalte 1: Zur Anzeige der Elemente von C beginnend mit Spalte j geben Sie j vor $\boxed{2nd}$ \boxed{A} ein. (Um C als neues A zu verwenden, wiederholen Sie die Schritte 4-7). Für eine neue Aufgabe gehen Sie zu Schritt 2).	1	$\boxed{2nd}$ \boxed{A} $\boxed{R/S}$ $\boxed{R/S}$: $\boxed{R/S}$ $\boxed{R/S}$ $\boxed{R/S}$: $\boxed{R/S}$	1. 1. c_{11}^* c_{21}^* : c_{m1}^* c_{12}^* c_{22}^* : c_{mn}^*
8	Matrixmultiplikation: (Führen Sie d. Schritte 1-3 zuerst durch) Eingabe d. Elemente der Spalte j der Matrix B beginn. mit b_{1j} . (Z. Korr. eines Eingabebefehls f. b_{ij} geben Sie i ein, drücken $\boxed{2nd}$ \boxed{B} u. geben über d. Taste $\boxed{R/S}$ b_{ij} erneut ein.)	1 b_{1j} : b_{nj}	$\boxed{2nd}$ \boxed{B} $\boxed{R/S}$: $\boxed{R/S}$	1. b_{1j}^* : b_{nj}^*
9	Berechnung der Spalte j von Matrix C		$\boxed{2nd}$ \boxed{C}	1.
10	Anzeige der Elemente der Spalte j von Matrix C, beginnend mit c_{1j}	1	$\boxed{2nd}$ \boxed{C} $\boxed{R/S}$: $\boxed{R/S}$ $\boxed{R/S}$	1. c_{1j}^* : c_{mj}^*
11	Nur Anzeige von c_{ij}		$\boxed{2nd}$ \boxed{C} $\boxed{R/S}$	c_{ij}^* i c_{ij}^*
12	Um $AB = C$ zu berechnen, wiederholen Sie die Schritte 8-10 für $j = 1$ bis $j = p$		$\boxed{R/S}$	

ANMERKUNG: Dieses Programm enthält seine eigenen Druckbefehle und soll nicht mit dem Programm ML-01 verwendet werden.

*Diese Werte werden automatisch ausgedruckt, wenn der Drucker angeschlossen ist.

ML-03

Beispiel: Berechnen Sie $A - 2B = C$ und $(A - 2B)D = CD = E$, wobei:

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$B = \begin{pmatrix} 4 & 0 & -1 \\ 3 & 2 & 6 \end{pmatrix}$$

$$D = \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 0 & 2 \\ 4 & 3 \end{pmatrix}$$

EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK*
	2nd f(x) 03		Programmwahl	
2	A	2.	m	2.
3	A	3.	n	3.
1	B	1.	Beginn mit Spalte 1	
2	R/S	2.	a_{11}	2.
1	R/S	1.	a_{21}	1.
3	R/S	3.	a_{12}	3.
0	R/S	0.	a_{22}	0.
0	R/S	0.	a_{13}	0.
5	R/S	5.	a_{23}	5.
1	C	1.	Beginn mit Spalte 1	
4	R/S	4.	b_{11}	4.
3	R/S	3.	b_{21}	3.
0	R/S	0.	b_{12}	0.
2	R/S	2.	b_{22}	2.
1	+/- R/S	-1.	b_{13}	-1.
6	R/S	6.	b_{23}	6.
1	D	1.	λ_1	1.
2	+/- D	-2.	λ_2	-2.
	CLR E	1.	Berechnung $A - 2B$	
1	2nd f(x)	1.	Beginn mit Spalte 1	
	R/S	-6.	c_{11}	-6.
	R/S	-5.	c_{21}	-5.
	R/S	3.	c_{12}	3.
	R/S	-4.	c_{22}	-4.
	R/S	2.	c_{13}	2.
	R/S	-7.	c_{23}	-7.
1	2nd B	1.	Beginn mit d_{11}	
3	R/S	3.	d_{11}	3.
0	R/S	0.	d_{21}	0.
4	R/S	4.	d_{31}	4.
	2nd C	1.	Berechnung Spalte 1 von E	
1	2nd D	1.	Beginn mit e_{11}	
	R/S	-10.	e_{11}	-10.
	R/S	-43.	e_{21}	-43.
1	2nd B	1.	Beginn mit d_{12}	
1	R/S	1.	d_{12}	1.
2	R/S	2.	d_{22}	2.
3	R/S	3.	d_{32}	3.
	2nd C	1.	Berechnung Spalte 2 von E	
1	2nd D	1.	Beginn mit e_{12}	
	R/S	6.	e_{12}	6.
	R/S	-34.	e_{22}	-34.

*Dieser Ausdruck erfolgt automatisch, wenn der Rechner an den Drucker angeschlossen ist.

Registerinhalt

R ₀₀		R ₀₅	λ_1	R ₁₀		R ₁₅
R ₀₁	Zeiger	R ₀₆	λ_2	R ₁₁		R ₁₆
R ₀₂	Zeiger	R ₀₇	Zeiger	R ₁₂		R ₁₇
R ₀₃	m	R ₀₈	siehe Anmerkung	R ₁₃		R ₁₈
R ₀₄	n	R ₀₉		R ₁₄		R ₁₉

Anmerkung: Bei Addition und Subtraktion werden R₀₀ bis R_{2mn+7} belegt.
Bei Multiplikationen werden R₀₀ bis R_{mn+n+7} belegt.

Mehode

In Matrixberechnungen gilt:

Wenn

$$C = \lambda_1 A + \lambda_2 B$$

dann ist

$$c_{ij} = \lambda_1 a_{ij} + \lambda_2 b_{ij} \quad (1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n)$$

Wenn

$$C = AB$$

dann ist

$$c_{ij} = \sum_{k=1}^n a_{ik} b_{kj} \quad (1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq p)$$

KOMPLEXE ARITHMETIK

Für zwei gegebene komplexe Zahlen $X = a + bi$ und $Y = c + di$ können folgende Berechnungen durchgeführt werden:

$$\begin{aligned} &X + Y \\ &X - Y \\ &X \times Y \\ &X \div Y \\ &Y^x \\ &\sqrt[y]{Y} \\ &\log X (\text{base } Y) \end{aligned}$$

Diese Operationen können auf folgende Weise verkettet werden. Zu Beginn werden zwei komplexe Zahlen eingegeben, wobei die erste Zahl X und die zweite Zahl Y ist. Nach Durchführung einer Funktion wird das Ergebnis zum neuen X und ein neues Y muß eingegeben werden. Wenn nötig, sind X und Y vertauschbar.

Ein Ergebnis dieses Programms wird in R_{01} und R_{02} gespeichert, und kann (ohne erneute Eingabe) als Eingabeinformation für dieses Programm oder für die Programme ML-05 und ML-06 verwendet werden. Mit anderen Worten, die Schritte 2a und 2b können in aufeinanderfolgenden Berechnungen bei Anwendung dieser Programme entfallen.

Solid State Software		TI ©1977	
COMPLEX ARITHMETIC			ML-04
Y	$\rightarrow X - Y$	$\rightarrow X + Y$	$\rightarrow \log_y X$
X	$\rightarrow X \times Y$	$\rightarrow X \div Y$	$\rightarrow Y^x$

PROGRAMMINSTRUKTIONEN

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
1	Programmwahl		2nd PRGM 04	
2a	Eingabe des Realteils von X	a	A	a
2b	Eingabe d. Imaginärteils von X (2a und 2b müssen nacheinander ausgeführt werden)	b	A	b
3a	Eingabe des Realteils von Y	c	2nd A	c
3b	Eingabe des Imaginärteils von Y (3a und 3b müssen nacheinander durchgeführt werden)	d	2nd A	d
4	Führen Sie entweder Schritt 4,5,6,7,8,9 oder 10 durch Berechnung $X + Y$		B x↔t	Realteil Imaginärteil
5	Berechnung $X - Y$		2nd D x↔t	Realteil Imaginärteil
6	Berechnung $X \times Y$		C x↔t	Realteil Imaginärteil
7	Berechnung $X : Y$		2nd C x↔t	Realteil Imaginärteil
8	Berechnung Y^X		D x↔t	Realteil Imaginärteil
9	Berechnung $\log_y X$		2nd D x↔t	Realteil Imaginärteil
10	Berechnung $\sqrt[x]{Y}$		E x↔t	Realteil Imaginärteil
11	Nach einer Berechnung wird das Ergebnis zum neuen X Vertauschen von X und Y		2nd F	0.

Beispiel:

$$[(2 + 3i)(1 - i)]^{(1+i)}$$

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2nd 04		Programmwahl	1	2.
1	2	A	2.	a		2.
2	3	A	3.	b	2	3.
3	1	2nd A	1.	c		3.
4	1	+/- 2nd A	-1.	d	3	1.
5		C	5.	Realteil (X x Y)		1.
		=t	1.	Imaginärteil (X x Y)	4	-1.
6		2nd E	0.	X \neq Y		-1.
7	1	A	1.	a	5	-1.
8	1	A	1.	b		5.
9		D	-1.058423508	Realteil (Y ^X)	6	1.
		=t	4.049577726	Imaginärteil (Y ^X)	7	0.
					8	1.
					9	1.
						-1.058423508

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Registerinhalt

R ₀₀		R ₀₅		R ₁₀		R ₁₅
R ₀₁	a	R ₀₆		R ₁₁		R ₁₆
R ₀₂	b	R ₀₇		R ₁₂		R ₁₇
R ₀₃	belegt	R ₀₈		R ₁₃		R ₁₈
R ₀₄	belegt	R ₀₉		R ₁₄		R ₁₉

Methode

$$X = a + bi \quad Y = c + di$$

$$X + Y = (a + c) + (b + d)i$$

$$X - Y = (a - c) + (b - d)i$$

$$X \times Y = (ac - bd) + (ad + bc)i$$

$$X \div Y = \frac{ac + bd}{c^2 + d^2} + \frac{bc - ad}{c^2 + d^2}i$$

$$Y^X = e^{X \ln Y}, Y \neq 0$$

$$\sqrt[Y]{X} = e^{\frac{\ln X}{Y}}, X \neq 0, Y \neq 0$$

$$\log X (\text{Basis } Y) = \frac{\ln X}{\ln Y}, X \neq 0, Y \neq 0$$

Zur Berechnung von e^x , $\ln x$ und $1/x$ für komplexe Zahlen siehe Programm ML-05.

KOMPLEXE FUNKTIONEN

Für die komplexe Zahl $X = a + bi$ werden folgende Funktionen berechnet:

Polarform (r, θ) von X

$$\frac{X^2}{\sqrt{X}}$$

$$1/X$$

$$e^X$$

$$\ln X$$

Nach Durchführung einer Funktion wird das Ergebnis in R_{01} und R_{02} gespeichert und wird zu einem neuen X-Wert. Deshalb können Sie ein Ergebnis verwenden, ohne es in dieses Programm oder in die Programme ML-04 und ML-06 erneut eingeben zu müssen.

Solid State Software		TI © 1977		
COMPLEX FUNCTIONS				ML-05
→ ln X	→ e ^X			
X	→ r, θ	→ X ²	→ √X	→ 1/X

PROGRAMMINSTRUKTIONEN

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
1	Programmwahl		2nd 05	
2a	Eingabe des Realteils von X	a	A	a
2b	Eingabe des Imaginärteils von X (2a und 2b müssen nacheinander durchgeführt werd.)	b	A	b
3	Auf Wunsch Berechnung der Polarform von X		B ↵	r θ
4	Führen Sie entweder Schritt 4,5,6,7 oder 8 aus Berechnung X^2		C ↵	Realteil Imaginärteil
5	Berechnung \sqrt{X}		D ↵	Realteil Imaginärteil
6	Berechnung $1/X$		E ↵	Realteil Imaginärteil
7	Berechnung $\ln X$		2nd ∧ ↵	Realteil Imaginärteil
8	Berechnung e^X		2nd B ↵	Realteil Imaginärteil
	Nach jeder Berechnung wird das Ergebnis das neue X.			

Beispiel: Berechnen Sie X^2 und $\ln X^2$
für $x = 2 + 3i$

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	REF.	AUSDRUCK* (WAHLWEISE) DRUCK
		$2nd$ 05		Programmwahl		
1	2	A		a	1	2.
2	3	A	2.	b	2	2.
3		C	3.	Real (X^2)	3	3.
		$\pm i$	-5.	Imag (X^2)	3	3.
4		$2nd$ Δ	12.	Real ($\ln X^2$)		-5.
		$\pm i$	2.564949357	Imag ($\ln X^2$)	4	12.
			1.965587446			2.564949357

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Registerinhalte

R_{00}		R_{05}		R_{10}		R_{15}
R_{01}	a	R_{06}		R_{11}		R_{16}
R_{02}	b	R_{07}		R_{12}		R_{17}
R_{03}	belegt	R_{08}		R_{13}		R_{18}
R_{04}	belegt	R_{09}		R_{14}		R_{19}

Methode

$$X = a + bi$$

$$\text{Größe von } X = r = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$\text{Winkel von } X \text{ (Radiant)} = \theta, \text{ wobei } -\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \frac{3\pi}{2}^*$$

$$\theta = \begin{cases} \tan^{-1} b/a & \text{wenn } a \neq 0 \\ \pi/2 & \text{wenn } a = 0, b > 0 \\ -\pi/2 & \text{wenn } a = 0, b < 0 \end{cases}$$

$$X^2 = r^2 (\cos 2\theta + i \sin 2\theta)$$

$$\sqrt{X} = \sqrt{r} \left(\cos \frac{\theta}{2} + i \sin \frac{\theta}{2} \right)$$

$$\frac{1}{X} = \frac{1}{a + bi}$$

$$e^X = e^a \cos b + i e^a \sin b$$

$$\ln X = \ln r + i\theta, X \neq 0$$


** Siehe Seite V-31 der Bedienungsanleitung.

KOMPLEXE TRIGONOMETRISCHE FUNKTIONEN

Dieses Programm berechnet den Wert von trigonometrischen Funktionen für eine komplexe Zahl $X = a + bi$. Folgende Funktionen werden berechnet:

- sin X
- cos X
- tan X
- sin⁻¹ X
- cos⁻¹ X
- tan⁻¹ X

Das Ergebnis jeder Funktion wird in R_{01} und R_{02} gespeichert und wird der neue Wert von X. Deshalb können Sie ein Ergebnis verwenden, ohne es in dieses Programm oder in die Programme ML-04 und ML-05 erneut eingeben zu müssen.

 Solid State Software		TI ©1977	
COMPLEX TRIG FUNCTIONS			ML-06
	→ sin ⁻¹ X	→ cos ⁻¹ X	→ tan ⁻¹ X
X	→ sin X	→ cos X	→ tan X

PROGRAMMINSTRUKTIONEN

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
1	Programmwahl		2nd Prog 06	
2a	Eingabe des Realteils von X	a	A	a
2b	Eingabe des Imaginärteils von X (2a und 2b müssen nacheinander durchgeführt w.)	b	A	b
3	Führen Sie entweder Schritt 3,4,5,6,7 od.8 durch. Berechnung sin X		B x: t	Realteil Imaginärteil
4	Berechnung cos X		C x: t	Realteil Imaginärteil
5	Berechnung tan X		D x: t	Realteil Imaginärteil
6	Berechnung sin ⁻¹ X		2nd B x: t	Realteil Imaginärteil
7	Berechnung cos ⁻¹ X		2nd C x: t	Realteil Imaginärteil
8	Berechnung tan ⁻¹ X		2nd D x: t	Realteil Imaginärteil

- ANMERKUNGEN:
1. Nach einer Berechnung wird das Ergebnis das neue X.
 2. X ist in Radiant ausgedrückt. Der Rechner bleibt auch nach dem Programm auf die Winkleinheit Radiant eingestellt.

Beispiel: Berechnen Sie $\sin X$ für $X = 2 + 3i$

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2nd 06		Programmwahl		
1	2	A			1	2.
2	3	A	2.	a		2.
3		B	3.	b	2	3.
		⇐	9.154499147	Real(sin X)		3.
			-4.168906696	Imag. (sin X)	3	3.
						9.154499147

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Registerinhalt

R ₀₀		R ₀₅		R ₁₀		R ₁₅
R ₀₁	a	R ₀₆		R ₁₁		R ₁₆
R ₀₂	b	R ₀₇		R ₁₂		R ₁₇
R ₀₃	belegt	R ₀₈		R ₁₃		R ₁₈
R ₀₄	belegt	R ₀₉		R ₁₄		R ₁₉

Methode

Die Funktionen werden mit folgenden Formeln berechnet:

$$\sin X = \frac{e^{iX} - e^{-iX}}{2i}$$

$$\cos X = \frac{e^{iX} + e^{-iX}}{2}$$

$$\tan X = \sin X / \cos X$$

$$\sin^{-1} X = \sin^{-1} B + i \ln [A + (A^2 - 1)^{1/2}]$$

$$\cos^{-1} X = \cos^{-1} B - i \ln [A + (A^2 - 1)^{1/2}]$$

wobei

$$A = \frac{1}{2} [(a+1)^2 + b^2]^{1/2} + \frac{1}{2} [(a-1)^2 + b^2]^{1/2}$$

$$B = \frac{1}{2} [(a+1)^2 + b^2]^{1/2} - \frac{1}{2} [(a-1)^2 + b^2]^{1/2}$$

$$\tan^{-1} X = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left[\frac{2a}{1-a^2-b^2} \right]$$

$$+ \frac{i}{4} \ln \left[\frac{a^2 + (b+1)^2}{a^2 + (b-1)^2} \right]$$

Anmerkung: X ist in Radiant.

POLYNOM-ENTWICKLUNG

Dieses Programm entwickelt das Polynom der Form

$$P(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$$

für eine reelle Zahl x , wobei a_0, a_1, \dots, a_n gegebene reelle Zahlen sind.

Der maximale Wert von n ist durch die Anzahl der verfügbaren Datenregister limitiert. Die Anzahl dieser Datenregister muß gleich oder größer dem Wert $(n + 6)$ sein. Mit der Anfangsverteilung berechnet der TI-58/58C Polynome 24-ten Grades und der TI-59 kann Polynome 54-ten Grades verarbeiten. Diese Einschränkung ist für die meisten Anwendungen nicht relevant. Die Limitierung kann aber, wenn nötig, heraufgesetzt werden, wenn man die Speicherbereichsverteilung entsprechend der Beschreibung in ML-02 ändert.

Solid State Software		TI © 1977	
POLYNOMIAL EVALUATION		ML-07	
n	i: a _i	x → P(x)	

PROGRAMMINSTRUKTIONEN

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
1	Programmwahl		2nd Polm 07	
2	Eingabe von n^1	n	A	n^*
3	Eingabe aller Koeffizienten ² beginnend mit a_0 (Zur Korrektur von a_i geben Sie i ein, drücken B und geben über die Taste R/S a_i erneut ein.)	0 a_0 a_1 : a_n	B R/S R/S : R/S	0. a_0 a_1 : a_n
4*	Eingabe von x und Berechnung von $P(x)$	x	R/S C	$P(x)^*$
5	Wiederholen Sie Schritt 4 f. einen neuen Wert von x			

- ANMERKUNGEN: 1. Anzahl der verfügbaren Datenregister $\geq n + 6$.
 2. Auch wenn ein Koeffizient 0 ist, muß er eingegeben werden.
 3. Dieses Programm enthält eigene Druckbefehle und soll nicht mit dem Programm ML-01 verwendet werden.

*Diese Werte werden automatisch ausgedruckt, wenn der Rechner an den Drucker angeschlossen ist.

Registerinhalte

R_{00}		R_{05}	Siehe Anmerkung	R_{10}	R_{15}
R_{01}	Zeiger	R_{06}		R_{11}	R_{16}
R_{02}	Zähler	R_{07}		R_{12}	R_{17}
R_{03}	x	R_{08}		R_{13}	R_{18}
R_{04}	n	R_{09}		R_{14}	R_{19}

Anmerkung: Die Koeffizienten des Polynoms werden, beginnend mit a_0 , ab R_{05} gespeichert.

Beispiel: $P(x) = 2 - 3x + x^2$

Berechnen Sie $P(2)$ und $P(-1)$

EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK*
	2nd Fix 07		Programmwahl	
2	A	2.	n	2.
0	B	0.	Beginn mit a_0	
2	R/S	2.	a_0	2.
3	+/- R/S	-3.	a_1	-3.
1	R/S	1.	a_2	1.
2	C	0.	$P(2)$	2.
				0.
1	+/- C	6.	$P(-1)$	-1.
				6.

*Dieser Ausdruck ist automatisch, wenn der Rechner an den Drucker angeschlossen ist.

Grundgleichungen

Wenn $P(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$, dann wird $P(c)$ wie folgt berechnet:

$$b_n = a_n$$

$$b_{n-1} = a_{n-1} + b_n c = a_{n-1} + a_n c$$

$$b_{n-2} = a_{n-2} + b_{n-1} c = a_{n-2} + (a_{n-1} + a_n c) c$$

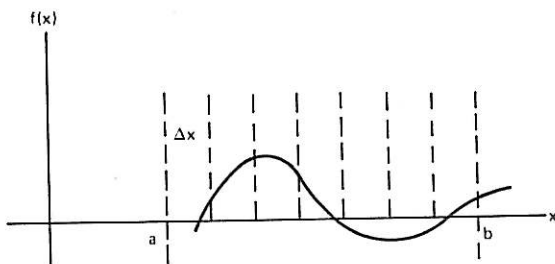
$$\vdots$$

$$b_0 = a_0 + b_1 c$$

Dann ist $P(c) = b_0$

NULLSTELLEN VON FUNKTIONEN

Das Programm berechnet die Wurzeln einer vom Anwender definierten Funktion durch Halbierung der Abschnitte.



Die Werte von a und b , die Ober- und Untergrenzen für die Berechnung, müssen eingegeben werden, während für die Intervallbreite $\Delta x = b - a$ angesetzt wird, wenn Δx nicht anders definiert wird. Der Genauigkeitsgrad (Fehlergrenze) ist 0.01 , wenn er nicht individuell festgelegt wird.

Bei dieser Methode wird nur eine Wurzel im Subintervall (Δx) ermittelt. Um alle Wurzeln zu ermitteln, müssen die Intervallbreiten Δx klein genug sein, um sicherzugehen, daß die Funktion in diesem Subintervall nur einmal das Vorzeichen wechselt.

Wenn im Gesamtintervall keine Wurzeln berechnet, oder wenn alle Wurzeln bereits ermittelt wurden, blinkt in der Anzeige der Wert $9.9999999\ 99$. Wenn eine andere Zahl blinkt, kann es sich um eine Wurzel handeln. In diesem Fall wird das Blinken ausgelöst, wenn während der Berechnung der Funktion ein nicht definierbarer Punkt erreicht wurde, (zum Beispiel $1/x$ bei 0).

Solid State Software		TI © 1977	
ZEROS OF FUNCTIONS			ML-08
a	b	Δx	ϵ
→x			

PROGRAMMINSTRUKTIONEN

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
1	Programm Vorbereitung		RST	0.
2	Eingabe des Learn-Modus		LRN	000 00
3	Verwenden Sie A' als Label		2nd 1 b 2nd A	001 00 002 00
4	Eingabe v. f(x) als eine Reihe v. Tastenbefehlen.* Verw. Sie nicht = oder CLR . Die Register 0 bis 8 dürfen nicht belegt werden.			
5	Schließen Sie f(x) mit INV SBR ab.		INV SBR	xxx 00
6	Aufheben des Learn-Modus		LRN	0.
7	Programmwahl		2nd 08	
8	Eingabe der Untergrenze	a	A	a
9	Eingabe der Obergrenze	b	B	b
10	Eingabe der Intervallbreite	Δx	C	Δx
11	Eingabe der Fehlergrenze	ϵ	D	ϵ
12	Berechnung der Wurzeln: Wiederholen Sie diesen Schritt, bis der Wert 9.9999999 99 in der Anzeige blinkt, ein Hinweis, daß alle Wurzeln in [a, b) ermittelt wurden.		E	Wurzel
13	Wiederholen Sie die Schritte 8 bis 12, wenn Sie ein anderes Gesamtintervall, ein anderes Δx oder ϵ verwenden.			

- Anmerkungen:
1. Wenn Sie Δx nicht eingeben, wird für $\Delta x = b - a$ vorausgesetzt.
 2. Wenn Sie kein ϵ eingegeben, wird .01 angenommen.
 3. Verwenden Sie bei der Berechnung der Ausdrücke nur Klammern.
 4. Die Schreibweise [a, b) ist so zu interpretieren, daß a in das Intervall einbezogen ist, nicht aber b.
 5. Die Ablaufzeit des Programms kann mehrere Minuten dauern, je nach den Eingabedaten.

*Nehmen Sie an, der Wert von x ist im Anzeigeregister.

ML-08

Beispiel : $f(x) = 4 \sin x + 1 - x$. Berechnen Sie die Nullstellen von $f(x)$ im Intervall -3 bis $+3$ mit $\Delta x = 0.5$ und $\epsilon = 0.01$. Die Winkleinheit für x ist Radiant.

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		[RST]	0.		1	-3.
		[LRN]	000 00			-3.
		[2nd] [1b]	001 00		2	3.
		[2nd] [A]	002 00			3.
		[(] [STO] 10	005 00	Eingabe von $f(x)$	3	0.5
		[2nd] [sin] [X]	007 00			0.5
		[4] [+]	010 00		4	0.01
		[-] [RCL] 10	013 00			0.01
		[)] [INV] [SBR]	015 00		5	0.01
		[LRN]	0.			-2.20703125
		[2nd] [Prgm] 0B	0.	Programmwahl	6	-2.20703125
		[2nd] [Prgm]	0.	Winkel: Radiant		-0.33984375
1	3	[+/-] [A]	-3.	a	7	-0.33984375
2	3	[B]	3.	b		2.69921875
3	.5	[C]	0.5	Δx	8	9.99999999 997
4	.01	[D]	0.01	ϵ		
5		[E]	-2.20703125	Wurzel 1		
6		[E]	-0.33984375	Wurzel 2		
7		[E]	2.69921875	Wurzel 3		
8		[E]	9.9999999 99	keine weiteren Wurzeln		

*Der dargestellte Ausdruck erfolgt mit der Druckroutine von Programm 01.

Registerinhalte

R ₀₀		R ₀₅	b_k	R ₁₀		R ₁₅
R ₀₁	$a, a + \Delta x$	R ₀₆	c_k	R ₁₁		R ₁₆
R ₀₂	b	R ₀₇	m_k	R ₁₂		R ₁₇
R ₀₃	Δx	R ₀₈	ϵ	R ₁₃		R ₁₈
R ₀₄	a_k	R ₀₉		R ₁₄		R ₁₉

Methode:

Eine Funktion im Programmspeicher, die als eine Serie von Tastenbefehlen definiert ist, wird über einem gegebenen Intervall $[a, b]^*$ für ein Subintervall x (Schrittgröße) berechnet. Zuerst werden die Endpunkte der Subintervalle geprüft, um festzustellen, wo die Funktion das Vorzeichen wechselt. Wenn ein Vorzeichenwechsel auftritt, wird das entsprechende Subintervall fortlaufend halbiert, bis seine Breite die angegebene Fehlergrenze unterschreitet. Der Mittelpunkt dieses kleineren Intervalls ist eine Wurzel der Funktion innerhalb der Toleranz der Fehlergrenze.

* $[a, b]$ ist die symbolische Darstellung mit der Bedeutung, daß a in das Intervall einbezogen ist, nicht aber b .

SIMPSON'SCHE NÄHERUNG (STETIG)

Dieses Programm verwendet man für die näherungsweise Berechnung des Integrals I einer vom Anwender definierten Funktion über dem Intervall x_0 bis x_n . Hierbei ist die Simpsonsche Formel Berechnungsgrundlage.

$$I = \int_{x_0}^{x_n} f(x) dx$$

Die Funktion $f(x)$ muß als Folge von Tastenbefehlen in den Programmspeicher eingebracht werden.

Solid State Software			TI © 1977	
SIMPSON'S APPROXIMATION (CONTINUOUS)			ML-09	
x_0	x_n	n	→ I	

PROGRAMMINSTRUKTIONEN

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
1	Programm Vorbereitung		RST	0.
2	Eingabe des Learn-Modus		LRN	000 00
3	Verwenden Sie A' als Label		2nd LBL	001 00
			2nd A	002 00
4	Eingabe v. $f(x)$ als eine Serie v. Tastenbefehlen. Verw. Sie weder = noch CLR . Die Register 0 bis 5 dürfen nicht belegt werden.			
5	Schließen Sie $f(x)$ mit INV SBR ab.		INV SBR	xxx 00
6	Aufheben des Learn-Modus		LRN	0.
7	Programmwahl		2nd Prm 09	
8	Eingabe der unteren Intervallgrenze	x_0	A	x_0
9	Eingabe der oberen Intervallgrenze	x_n	B	x_n
10	Eingabe von n ($n = 2, 4, 6 \dots$, bei unzulässiger Eingabe blinkt die Anzeige)	n	C	h
11	Berechnung des Integrals		D	I
12	Wiederholen Sie d. Schritte 7 bis 11 für ein neues Intervall oder für ein anderes n.			

- ANMERKUNG:**
1. Berechnen Sie die Ausdrücke nur mit Klammern.
 2. Die Verarbeitungszeit ist abhängig von den Eingabedaten.

ML-09

Beispiel:

Berechnen Sie $\int_0^{\pi/2} \frac{1}{\cos x + 2} dx$ mit zwei Subintervallen

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)		
					REF.	DRUCK	
		[RST]	0.			1	0.
		[LRN]	000 00				0.
		[2nd] [1/1]	001 00			2	1.570796327
		[2nd] [1]	002 00				1.570796327
		[2nd] [π/2]	003 00			3	2.
		[(] [2nd] [COS]	005 00	Eingabe von f(x)			.7853981634
		[+] [2] [)]	008 00			4	.7853981634
		[1/x] [INV] [SBR]	010 00				0.604998903
		[LRN]	0.				
		[2nd] [1/1] 09	0.	Programmwahl			
1	0	[A]	0.	x ₀			
		[2nd] [π/2] [÷]	3.141592654				
2	2	[=] [B]	1.570796327	x ₂ (π/2)			
3	2	[C]	.7853981634	h			
4		[D]	0.604998903	l			

*Der dargestellte Ausdruck erfolgt, wenn Sie die Druckroutine von Programm 01 anwenden.

Registerinhalt

R ₀₀		R ₀₅	n	R ₁₀		R ₁₅
R ₀₁	x ₀	R ₀₆		R ₁₁		R ₁₆
R ₀₂	x _n	R ₀₇		R ₁₂		R ₁₇
R ₀₃	h	R ₀₈		R ₁₃		R ₁₈
R ₀₄	l	R ₀₉		R ₁₄		R ₁₉

Methode

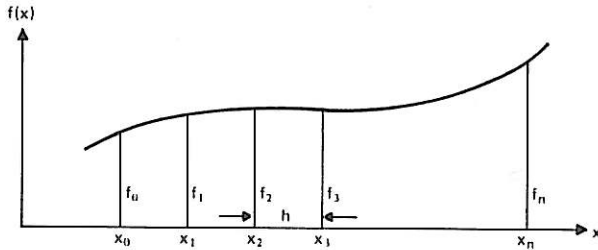
Berechnungsgrundlage ist die Simpsonsche Formel:

$$\int_{x_0}^{x_n} f(x) dx \approx \frac{h}{3} (f_0 + 4f_1 + 2f_2 + 4f_3 + 2f_4 + \dots + 2f_{n-2} + 4f_{n-1} + f_n)$$

wobei:

$$h = \frac{x_n - x_0}{n}, \quad x_n > x_0$$

$n = \text{Anzahl der Subintervalle} = 2, 4, 6, 8, \dots$



ML-10

SIMPSON'SCHE NÄHERUNG (UNSTETIG)

Dieses Programm verwendet man zur näherungsweise Berechnung des Integrals I,

wobei:

$$I = \int_{x_0}^{x_n} f(x) dx$$

Berechnungsgrundlage ist die Simpsonsche Formel. Der Wert von $f(x)$ muß an $n + 1$ gleich untergliederten Punkten gegeben sein. (f_0 bis f_n). Die Anzahl der Subintervalle ist durch die Anzahl der verfügbaren Datenregister limitiert.

Solid State Software		TI ©1977	
SIMPSON'S APPROXIMATION (DISCRETE)		ML-10	
n	h	f ₀ f ₁	→ I

PROGRAMMINSTRUKTIONEN

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
1	Programmwahl		2nd 10	
2	Eingabe von n ($n = 2, 4, 6, \dots$, bei unzulässiger Eingabe blinkt die Anzeige). Siehe Anmerkung 2.	n	A	n*
3	Eingabe von h	h	B	h*
4	Eingabe der Funktionswerte beginnend mit f_0	0 f ₀ f ₁ ⋮ f _n	C R/S R/S ⋮ R/S	0. f ₀ * f ₁ * ⋮ f _n * I*
5	Berechnung des Integrals		D	

- ANMERKUNGEN:** 1. Das Programm enthält eigene Druckbefehle und soll nicht mit Programm ML-01 verwendet werden.
2. $n + 7 \leq$ Anzahl der Datenregister.

*Diese Werte werden automatisch ausgedruckt, wenn der Rechner an den Drucker angeschlossen ist.

Beispiel: Berechnen Sie die Fläche unter der Kurve, wobei: $n = 4$, $h = 1$ und $f_0 = 1$, $f_1 = 8$, $f_2 = 27$, $f_3 = 64$, $f_4 = 125$.

EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK
	2nd Fix 10		Programmwahl	
4	A	4.	n	4.
1	B	1.	h	1.
0	C	0.	Beginn mit f_0	
1	R/S	1.	f_0	1.
8	R/S	8.	f_1	8.
27	R/S	27.	f_2	27.
64	R/S	64.	f_3	64.
125	R/S	125.	f_4	125.
	D	156.	l	156.

Registerinhalt

R ₀₀		R ₀₅	n	R ₁₀		R ₁₅
R ₀₁	Zeiger	R ₀₆	siehe Anmerkung	R ₁₁		R ₁₆
R ₀₂	Zähler	R ₀₇		R ₁₂		R ₁₇
R ₀₃	h	R ₀₈		R ₁₃		R ₁₈
R ₀₄	l	R ₀₉		R ₁₄		R ₁₉

Anmerkung: R₀₅ bis R_{n+6} werden mit den Werten von $f(x)$ belegt. Beginn mit f_0 in R₀₅

Methode

Das Integral wird mit der Simpsonschen Formel berechnet:

$$\int_{x_0}^{x_n} f(x) dx \approx \frac{h}{3} (f_0 + 4f_1 + 2f_2 + 4f_3 + 2f_4 + \dots + 2f_{n-2} + 4f_{n-1} + f_n)$$

wobei:

$$h = \frac{x_n - x_0}{n}, \quad x_n > x_0$$

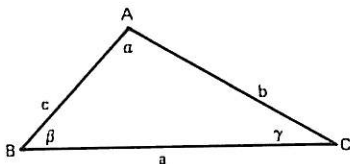
$n = \text{Anzahl der Subintervalle} = 2, 4, 6, 8, \dots$

$n + 7 \leq \text{Anzahl der verfügbaren Datenregister}$

ML-11

DREIECKSBERECHNUNGEN (1)

Gegeben sind drei Stücke eines Dreiecks (SSS, SSW oder SWS). Die verbleibenden Winkel und Seiten werden berechnet.




Das Programm führt folgende Berechnungen aus:

Gegeben sind SSS (die Seiten a, b und c) – die Winkel α , β und γ werden berechnet.

Gegeben sind SSW (die Seiten a und b, Winkel α) – die Winkel β , γ und die Seite c werden berechnet.

Gegeben sind SWS (die Seiten a und b, Winkel γ) – die Winkel α , β und die Seite c werden berechnet.

Weitere Kombinationen siehe DREIECKSBERECHNUNGEN (2), ML-12.

 Solid State Software		TI © 1977
TRIANGLE SOLUTION (1)		ML-11
SSS $\angle A'$	$\angle B'$	$\angle C'$ $\angle A'$
a	a b	c, $\angle A$, $\angle C$
		SSA c' SAS c'

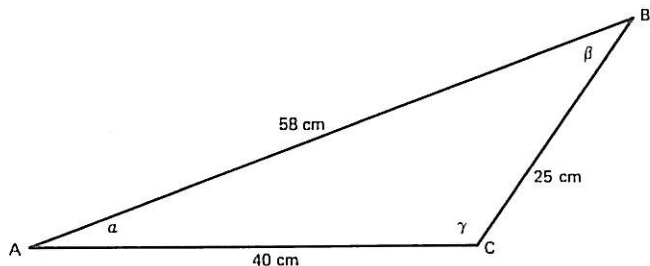
PROGRAMMINSTRUKTIONEN

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
1	Programmwahl		2nd F₁ 11	
2	Programmvorbereitung		2nd E	0.
3	Wahl der Winkeleinheit: Altgrad, Neugrad oder Radiant Gegeben: SSS			
4	Eingabe a	a	A	a
5	Eingabe b	b	B	b
6	Eingabe c	c	C	c
7	Berechnung $\angle \alpha$		2nd A	$\angle A'$
8	Berechnung $\angle \beta$		2nd B	$\angle B'$
9	Berechnung $\angle \gamma$		2nd C	$\angle C'$
	Gegeben SSW			
10	Eingabe a	a	A	a
11	Eingabe b	b	B	b
12	Eingabe $\angle \alpha$	$\angle A$	C	$\angle A$
13	Berechnung c		D	c'
14	Berechnung $\angle \beta$		2nd B	$\angle B'$
15	Berechnung $\angle \gamma$		2nd C	$\angle C'$
	Gegeben: SWS			
16	Eingabe a	a	A	a
17	Eingabe b	b	B	b
18	Eingabe $\angle \gamma$	$\angle C$	C	$\angle C$
19	Berechnung c		E	c'
20	Berechnung $\angle \beta$		2nd B	$\angle B'$
21	Berechnung $\angle \alpha$		2nd C	$\angle A'$

- ANMERKUNGEN:
1. Die Eingabe der Daten muß für jede Berechnungsgruppe wiederholt werden.
 2. Eine blinkende Anzeige bedeutet, daß kein Dreieck existiert, das den Eingabedaten genügt.
 3. Die Reihenfolge aller Eingaben in der dargestellten Form ist verbindlich. Auch die Ausgabeinformationen sind in der angegebenen Reihenfolge zu berechnen. Übergehen Sie keine Schritte, ausgenommen Ausgabeschritte, die nach dem letzten gefragten Teil folgen.

ML-11

Beispiel 1:

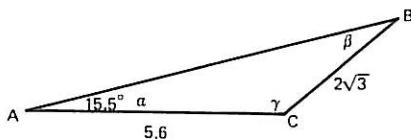


Gegeben sind die drei Seiten eines Dreiecks: 25 cm, 40 cm, 58 cm. Gesucht sind die drei Winkel in Altgrad.

					AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	REF.	DRUCK
		2nd 11		Programmwahl	1	0.
		2nd 0		Winkeleinheit: Altgrad		0.
1		2nd i	0.	Vorbereitung	2	25.
2	25	A	25.	Seite a		25.
3	40	B	40.	Seite b	3	40.
4	58	C	58.	Seite C		40.
5		2nd A	20.75095402	Winkel α	4	58.
6		2nd B	34.53367939	Winkel β		58.
7		2nd C	124.7153666	Winkel γ	5	58.
						20.75095402
					6	34.53367939
					7	124.7153666

*Den gezeigten Ausdruck erhalten Sie bei Anwendung der Druckroutine von Programm ML-01.

Beispiel 2:



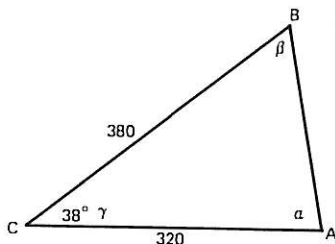
Gegeben sind Seite $a = 2\sqrt{3}$, Seite $b = 5,6$ und Winkel $\alpha = 15,5^\circ$. Berechnen Sie die Seite c und die Winkel β und γ .

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2^{nd} $\boxed{P/R}$ 11		Programmwahl	1	0.
		2^{nd} $\boxed{D/C}$		Winkeleinheit: Altgrad		0.
1		2^{nd} $\boxed{\frac{1}{x}}$	0.	Vorbereitung	2	3.464101615
	2	\boxed{X}	2.			3.464101615
2	3	$\boxed{\sqrt{x}}$ $\boxed{=}$ \boxed{A}	3.464101615	Seite a	3	5,6
3	5,6	\boxed{B}	5,6	Seite b		5,6
4	15,5	\boxed{C}	15,5	Winkel α	4	15,5
5		\boxed{D}	8.520491749	Seite c		15,5
6		2^{nd} $\boxed{\sin^{-1}}$	25.59534103	Winkel β	5	15,5
7		2^{nd} $\boxed{\cos^{-1}}$	138.904659	Winkel γ		8.520491749
					6	8.520491749
						25.59534103
					7	25.59534103
						138.904659

*Den gezeigten Ausdruck erhalten Sie bei Anwendung der Druckroutine von Programm ML-01.

ML-11

Beispiel 3:



Gegeben sind die Seite $a = 380$, Seite $b = 320$ und Winkel $\gamma = 38^\circ$. Berechnen Sie Seite c und die Winkel β und α .

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2nd f/m 11		Programmwahl	1	0.
		2nd f/f		Winkleinheit: Altgrad		0.
1		2nd f	0.	Vorbereitung	2	380.
2	380	A	380.	Seite a		380.
3	320	B	320.	Seite b	3	320.
4	38	C	38.	Winkel γ		320.
5		E	234.8526873	Seite c	4	38.
6		2nd f	57.02134388	Winkel β		38.
7		2nd C	84.97865612	Winkel α	5	38.
						234.8526873
					6	234.8526873
						57.02134388
					7	57.02134388
						84.97865612

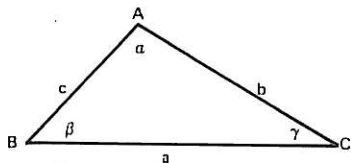
*Den gezeigten Ausdruck erhalten Sie bei Anwendung der Druckroutine von Programm ML-01.

Registerinhalt

R ₀₀		R ₀₅	belegt	R ₁₀		R ₁₅	
R ₀₁	b	R ₀₆	a	R ₁₁		R ₁₆	
R ₀₂	c	R ₀₇		R ₁₂		R ₁₇	
R ₀₃	belegt	R ₀₈		R ₁₃		R ₁₈	
R ₀₄	belegt	R ₀₉		R ₁₄		R ₁₉	

Methode

Berechnungsgrundlage sind folgende Gleichungen:



$$\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ \text{ (oder das Äquivalent in einer anderen Winkleinheit)}$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma \quad a, b, c > 0$$

$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}$$

ML-12

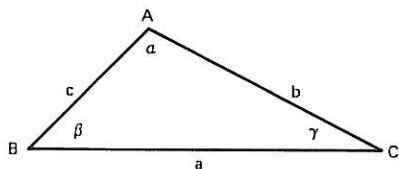
DREIECKSBERECHNUNGEN (2)

Eine Fortsetzung von ML-11, DREIECKSBERECHNUNGEN (1). Das Programm kann für folgende Berechnungen verwendet werden:

Gegeben sind WSW (die Winkel β , γ , Seite a) – die Seiten b und c sowie der Winkel α werden berechnet.

Gegeben sind SWW (Seite a , die Winkel α und γ) – die Seiten b und c sowie der Winkel β werden berechnet.

Die Fläche jedes Dreiecks, dessen drei Seiten gegeben sind.



Solid State Software		TI ©1977	
TRIANGLE SOLUTION (2)			ML-12
ASA $\angle A$	SAA $\angle B$	AREA	
a	$\angle A, \angle B$	$\angle C$	b c

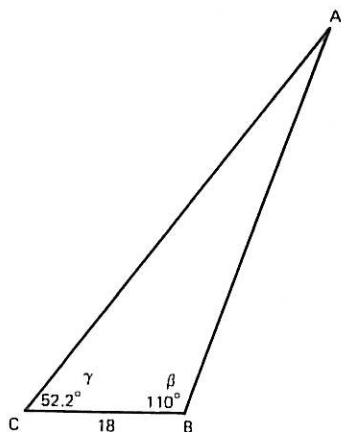
PROGRAMMINSTRUKTIONEN

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
1	Programmwahl		2nd Pgm 12	
2	Wahl der Winkeleinheit in Altgrad, Neugrad oder Radian			
	Gegeben: WSW			
3	Eingabe a	a	A	a
4	Eingabe $\angle \beta$	$\angle B$	B	$\angle B$
5	Eingabe $\angle \gamma$	$\angle C$	C	$\angle C$
6	Berechnung $\angle \alpha$		2nd A	$\angle A$
7	Berechnung b		D	b
8	Berechnung c		E	c
	Gegeben: SWW			
9	Eingabe a	a	A	a
10	Eingabe $\angle \alpha$	$\angle A$	B	$\angle A$
11	Eingabe $\angle \gamma$	$\angle C$	C	$\angle C$
12	Berechnung $\angle \beta$		2nd B	$\angle B$
13	Berechnung b		D	b
14	Berechnung c		E	c
	Berechnung der Fläche			
15	Berechnung der Dreiecksfläche. Die Seiten b, c und α müssen zuvor berechnet werden u.konsequent in R_{01} , R_{02} bzw. R_{03} gespeichert sein. Wenn nicht, können die Werte manuell eingebracht werden.		2nd C	Fläche

- ANMERKUNGEN:
- Die Eingabe der Daten muß für jede Berechnungsgruppe wiederholt werden.
 - Bei einer Dreiecksberechnung im Programm ML-11 können Sie die Fläche ohne erneute Dateneingabe über die Tastenfolge **2nd** **Pgm** 12, **RCL** 06, **STO** 07, **2nd** **C** ermitteln.
 - Die Reihenfolge aller Eingaben in der dargestellten Form ist verbindlich. Auch die Ausgabeinformationen sind in der angegebenen Reihenfolge zu berechnen. Übergehen Sie keine Schritte, angenommenen Ausgabeschritte, die nach dem letzten gefragten Teil folgen.

ML-12

Beispiel 1:

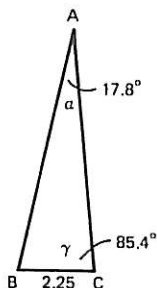


Gegeben sind Seite $a = 18$, Winkel $\beta = 110^\circ$ und Winkel $\gamma = 52.2^\circ$. Berechnen Sie den Winkel α und die Seiten b und c .

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	REF.	AUSDRUCK* (WAHLWEISE) DRUCK
		2nd PI 12		Programmwahl	1	18.
		2nd MODE		Winkeleinheit: Altgrad		18.
1	18	A	18.	Seite a	2	110.
2	110	B	110.	Winkel β		110.
3	52.2	C	52.2	Winkel γ	3	52.2
4		2nd ANS	17.8	Winkel α		52.2
5		D	55.33113169	Seite b	4	52.2
6		E	46.52603423	Seite c		17.8
					5	17.8
						55.33113169
					6	55.33113169
						46.52603423

*Den gezeigten Ausdruck erhalten Sie bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Beispiel 2:



Gegeben sind Seite $a = 2.25$, Winkel $\alpha = 17.8^\circ$ und Winkel $\gamma = 85.4^\circ$. Berechnen Sie den Winkel β , die Seiten b und c und die Fläche des Dreiecks.

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2nd PRG 12		Programmwahl	1	2.25
		2nd MODE		Winkleinheit: Altgrad		2.25
1	2.25	A	2.25	Seite a	2	17.8
2	17.8	B	17.8	Winkel α		17.8
3	85.4	C	85.4	Winkel γ	3	85.4
4		2nd DEL	76.8	Winkel β		85.4
5		D	7.165803648	Seite b	4	85.4
6		E	7.336561734	Seite c		76.8
7		2nd RC	8.035561939	Fläche	5	76.8
						7.165803648
					6	7.165803648
						7.336561734
					7	7.336561734
						8.035561939

*Den gezeigten Ausdruck erhalten Sie bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

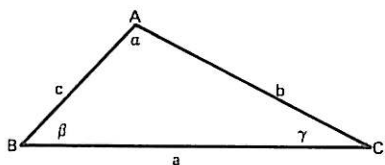
Registerinhalt

R ₀₀		R ₀₅	belegt	R ₁₀		R ₁₅	
R ₀₁	b	R ₀₆	belegt	R ₁₁		R ₁₆	
R ₀₂	c	R ₀₇	a	R ₁₂		R ₁₇	
R ₀₃	belegt	R ₀₈		R ₁₃		R ₁₈	
R ₀₄	belegt	R ₀₉		R ₁₄		R ₁₉	

ML-12

Methode

Berechnungsgrundlage sind folgende Gleichungen:



$$\text{Fläche} = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

wobei:

$$s = \frac{a + b + c}{2}$$

$$\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ \quad (\text{oder das Äquivalent in einer anderen Winkereinheit.})$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma \quad a, b, c > 0$$

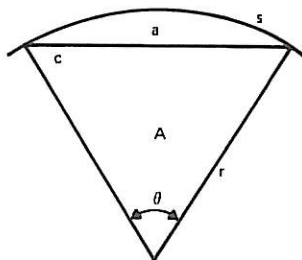
$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}$$

KREISBOGENBERECHNUNGEN

Für einen Kreisbogen berechnet das Programm die restlichen Parameter, wenn bestimmte Wertpaare gegeben sind. Eines der folgenden Parameterpaare muß die Eingabeinformation sein:

θ, r
 θ, s
 θ, c
 r, s
 r, c

θ — Mittelpunktswinkel ($< \pi$ Radiant)
 r — Radius
 s — Bogenlänge
 c — Sehnenlänge
 A — Fläche des Kreisausschnitts
 a — Bogenstück



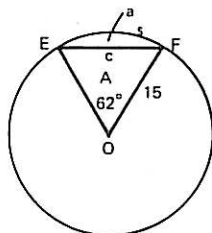
Solid State Software				TI ©1977	
CURVE SOLUTION				ML-13	
θ	r	s	c	a	
θ	r	s	c	A	

PROGRAMMINSTRUKTIONEN

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
1	Programmwahl		2nd Prm 13	
2	Geben Sie eines der folg. Wertpaare ein:			
	a. Eingabe θ	θ	A	θ
	a. Eingabe r oder	r	B	r
	b. Eingabe θ	θ	A	θ
	b. Eingabe s oder	s	C	s
	c. Eingabe θ	θ	A	θ
	c. Eingabe c oder	c	D	c
	d. Eingabe r	r	B	r
	d. Eingabe s oder	s	C	s
	e. Eingabe r	r	B	r
	e. Eingabe c	c	D	c
3	Siehe Anmerkung 1			
4	Berechnung von θ		2nd 1/\u03b8	θ'
5	Berechnung von r		2nd B	r'
6	Berechnung von s		2nd C	s'
7	Berechnung von c		2nd D	c'
8	Berechnung von A		E	A'
9	Berechnung von a		2nd 1/\u03b8	a'

- ANMERKUNGEN:
1. Alle Schritte 4 bis 9 müssen nacheinander durchgeführt werden. Die Eingabewerte von Schritt 2 können Sie eventuell übergehen.
 2. Die Winkeleinheit für θ ist Radiant. Der Rechner behält diesen Winkelmodus bei.

Beispiel:



Der Radius eines Kreises beträgt 15 cm und der Mittelpunktswinkel, der die beiden Radien OE und OF einschließt, ist 62° . Berechnen Sie die Bogenlänge, die Sehnenlänge EF, die Fläche des Kreisabschnitts und die Fläche des Bogenstücks.
 ACHTUNG: Die Berechnungsformel erfordert die Winkeleinheit Radiant.

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2nd 13		Programmwahl	1	1.082104136 1.082104136
	62	÷	62.			
	180	X 2nd π	3.141592654		2	15. 15.
1		= A	1.082104136	θ (Radiant)	3	15. 16.23156204
2	15	B	15.	r	4	16.23156204 15.45114225
3		2nd C	16.23156204	s (Bogenlänge)	5	15.45114225 121.7367153
4		2nd D	15.45114225	c (Sehnenlänge)	6	121.7367153 22.40511113
5		E	121.7367153	A (Fläche d.Kreisabschnitts)		
6		2nd F	22.40511113	a (Fläche d.Bogenstücks)		

*Den gezeigten Ausdruck erhalten Sie bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Registerinhalt

R ₀₀		R ₀₅		R ₁₀		R ₁₅
R ₀₁	θ	R ₀₆		R ₁₁		R ₁₆
R ₀₂	r	R ₀₇		R ₁₂		R ₁₇
R ₀₃	s	R ₀₈		R ₁₃		R ₁₈
R ₀₄	c	R ₀₉		R ₁₄		R ₁₉

ML-13

Methode

Berechnungsgrundlage sind folgende Formeln:

$$\text{Bogenlänge, } s = r\theta$$

$$\text{Sehnenlänge, } c = 2r \sin \frac{\theta}{2}$$

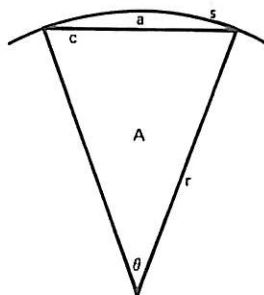
$$\text{Fläche des Kreisabschnitts, } A = \frac{sr}{2}$$

$$\text{Fläche des Bogenstücks, } a = \frac{sr}{2} - \frac{cr}{2} \cos \frac{\theta}{2}$$

wobei:

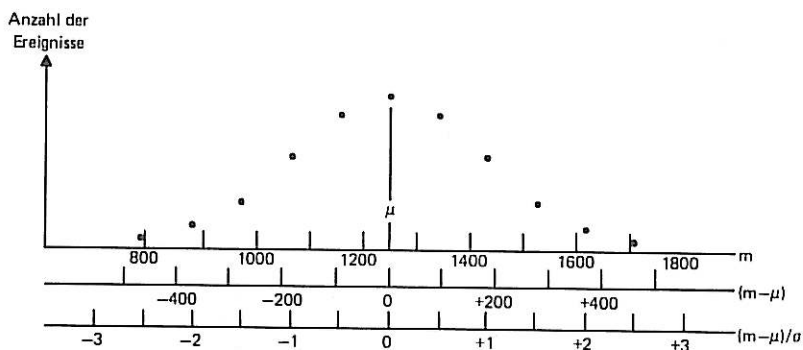
θ = Mittelpunktswinkel (in Radiant); $< 2\pi$

r = Radius



NORMALVERTEILUNG

Eine Gruppe von Zahlen, die eine Eigenschaft einer Gruppe von beobachteten Objekten mißt, wird häufig als "normal verteilt" bezeichnet. Das heißt, eine Aufzeichnung dieser Zahlen gegen ihre Anzahl von Ereignissen beschreibt eine Normalverteilungskurve mit dem Maximum um den Mittelwert (Durchschnittswert) dieser Zahlen. Betrachten Sie zum Beispiel die Aufzeichnung der Lebensdauer von Batterien (siehe Programmbeispiel) und sehen Sie zunächst auf die obere waagrechte Skala.



Eine Aufzeichnung mit dieser Maßskala ist für die allgemeine Datenanalyse nicht zweckmäßig, weil sie sich nur auf die spezielle Situation des Beispiels bezieht. Setzt man eine symmetrische Verteilung der Zahlen um den Mittelwert voraus, kann jede Zahl durch ihre Entfernung vom Mittelwert ersetzt werden ($m - \mu$), wobei m die Zahl und μ der Mittelwert ist. Diese Situation ist auf der mittleren Skala dargestellt. Die Messung ist für jede Zahlengruppe zweckmäßig, die dieselbe Streubreite oder Abweichung vom Mittelwert besitzt. Wenn man nun für $(m - \mu)$ jeweils $(m - \mu)/\sigma$ einsetzt, wobei σ die Standardabweichung der Zahlengruppe ist, ist die "Standard"-Einheit die Zahl der Standardabweichungen vom Mittelwert, und die Aufzeichnung (oder Kurve, wenn man die Punkte verbindet) ist für alle normal verteilten Zahlengruppen geeignet. Dies ist der Skalenfaktor, der hier als x bezeichnet ist. Bedenken Sie also, daß $x = (m - \mu)/\sigma$.

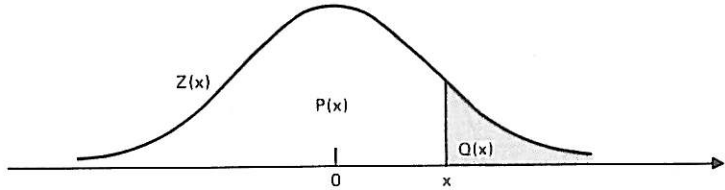
Was sagt nun diese "Standard"-Normalverteilung aus? Beachten Sie, daß die Fläche unter der Kurve die Information über die Anzahl der Ereignisse jeder Zahl enthält. Die Gesamtfläche unter der Kurve enthält alle Zahlen, und man kann ihr den Wert 1 zuordnen. Die häufige Fragestellung ist, welchen Anteil an der Gesamtfläche die Zahlen einnehmen, die ein bestimmtes Limit über- oder unterschreiten. Es ist leicht erkennbar, daß die Hälfte der Zahlen (0,5) gleich oder größer dem Mittelwert ist. Für die weniger offensichtlichen Fälle wird der Rechner verwendet.

ML-14

Lange vorher bestimmten Mathematiker die Formel für die Normalverteilungskurve:


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

$$x = \frac{m - \mu}{\sigma}$$



Das heißt, wenn nur x bekannt ist, kann man $Z(x)$ an dieser Stelle berechnen. Und da man eine Gleichung für die Normalverteilungskurve besitzt, kann man bis zu einem hohen Genauigkeitsgrad die benötigte Fläche mit mathematischen Techniken näherungsweise berechnen. Die Fläche links von x ist $P(x)$ und wird mit folgender Gleichung ermittelt:

$$P(x) = 1 - Q(x)$$

 Solid State Software		TI ©1977	
NORMAL DISTRIBUTION			ML-14
$x \rightarrow Z(x)$	$Q(x)$		

PROGRAMMINSTRUKTIONEN

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
1	Programmwahl		[Znd] [F/m] 14	
2	Eingabe der Daten und Berechnung von $Z(x)$	x^1	[A]	$Z(x)$
3	Berechnung von $Q(x)$		[B]	$Q(x)$

- Anmerkungen:
- $|x| \leq 15.11$; die Anzeige blinkt, wenn x außerhalb dieses Bereichs liegt.
 - $Z(x)$ muß vor $Q(x)$ berechnet werden.
 - $Z(-x) = Z(x)$ and $Q(-x) = 1 - Q(x)$.
 - $P(x) = 1 - Q(x)$.

Beispiel: In einer Studie ergibt sich eine Normalverteilung für die Lebensdauer eines bestimmten Typs von Autobatterien. Der Mittelwert liegt bei 1248 Tagen und die Standardabweichung ist 185 Tage. Der Hersteller will eine Gewährleistungszeit von 36 Monaten (1080 Tagen) geben. Welcher Prozentsatz der Batterien muß innerhalb des Gewährleistungszeitraums ausgetauscht werden?

$$P(x \leq 1080) = 1 - Q\left(\frac{1080 - 1248}{185}\right) = 1 - Q(-.9081081081)$$

wobei $Q(x)$ durch Anwendung des Programms ermittelt wird. Dann ist:

$$(1 - .8180894772) = .1819105228 \text{ oder } 18.19\%$$

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK*	
					REF.	(WAHLWEISE) DRUCK
1	.9081081081	$\boxed{2nd} \boxed{Pgm} 14$ $\boxed{+/-} \boxed{A}$.2641419314	Programmwahl Z(x)	1	-.9081081081 .2641419314
2		\boxed{B}	.8180894772	Q(x)	2	.2641419314 .8180894772

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Registerinhalt

R ₀₀		R ₀₅		R ₁₀		R ₁₅
R ₀₁	Z(x)	R ₀₆		R ₁₁		R ₁₆
R ₀₂	t	R ₀₇		R ₁₂		R ₁₇
R ₀₃	x	R ₀₈		R ₁₃		R ₁₈
R ₀₄		R ₀₉		R ₁₄		R ₁₉

Methode

$Q(x)$ wird mit folgender Polynomentwicklung berechnet:

$$Q(x) = Z(x)(b_1 t + b_2 t^2 + b_3 t^3 + b_4 t^4 + b_5 t^5) + \epsilon(x)$$

wobei:

$$t = \frac{1}{1 + px}$$

$$|\epsilon(x)| < 7.5 \times 10^{-8}$$

$$p = .2316419$$

$$b_1 = .319381530$$

$$b_2 = -.356563782$$

$$b_3 = 1.781477937$$

$$b_4 = -1.821255978$$

$$b_5 = 1.330274429$$

Literatur: Handbook of Mathematical Functions, Abramowitz and Stegun, National Bureau of Standards, 1964.


ZUFALLSZAHLENGENERATOR

Dieses Programm erzeugt Folgen von gleichmäßig oder normal verteilten Zufallszahlen. Eine vom Anwender gewählte Anfangszahl (0 bis 199017) muß die Folgen einleiten. Eine weitere Eigenschaft des Programms ist, daß die statistischen Daten zusammengestellt werden, um die Berechnung von Mittelwert und Standardabweichung der erzeugten Zahlen zu ermöglichen.

Für normal verteilte Zufallszahlen muß der Anwender die Anfangszahl, den gewünschten Mittelwert \bar{x} und die gewünschte Standardabweichung eingeben.

Für gleichmäßig verteilte Zufallszahlen werden die Untergrenze A, die Obergrenze B und die Anfangszahl eingegeben.

Gleichmäßig verteilte Zufallszahlen im Intervall (0, 1) können jederzeit ohne Eingabe der Ober- und Untergrenzen erzeugt werden. Die statistischen Daten zur Berechnung von Mittelwert und Standardabweichung werden für diese Zahlen nicht gesammelt.

 Solid State Software		TI © 1977	
RANDOM NUMBER GENERATOR			ML 15
		No. (\bar{x}, σ)	INIT
A, \bar{x}	B, σ	No. (A,B)	SEED

PROGRAMMINSTRUKTIONEN

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
1	Programmwahl		2nd F15	
2	Programmvorbereitung		2nd F	0.
3	Eingabe der Anfangszahl ($0 \leq \text{Anf.z.} \leq 199017$) Gleichmäßige Verteilung:	Anf.z.	E	Anf.z.
4	Eingabe der Untergrenze	A	A	A
5	Eingabe der Obergrenze	B	B	B
6	Erzeugen der Zufallszahl (Wiederholung nach Bedarf)		C	Zufallszahl
7	Normalverteilung: Eingabe des gewünschten Mittelwerts	\bar{x}	A	gew. \bar{x}
8	Eingabe der gewünschten Standardabweichung	σ	B	gew. σ
9	Erzeugen der Zufallszahl (Wiederholung nach Bedarf)		2nd C	Zufallszahl
10	Andere Verteilung: Berechnung d. effektiven Mittelwertes d. erzeugten Z.		2nd \bar{x}	eff. \bar{x}
11	Berechnung der effektiven Standardabweichung der erzeugten Zahlen		INV 2nd \bar{x}	eff. σ
12	Anzeige der Anz. der erzeugten Zahlen		RCL 03	N
13	Für den Bereich (0, 1): Erzeugen d. Zufallszahl (Wiederholung nach Bedarf)		SBR 2nd 0.5	Zufallszahl

ANMERKUNG: 1. Für weitere Berechnungen werden fünf signifikante Stellen der ursprünglich erzeugten Zufallszahl zurückbehalten. Aus diesem Grund können nur die ersten fünf signifikanten Stellen der erzeugten Zahlen als zufällig betrachtet werden.

Beispiel 1: Erzeugen Sie fünf gleichmäßig verteilte Zufallszahlen im Intervall (1, 10) und verwenden Sie .32 als Anfangszahl.

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
1		2nd PRG 15 2nd ENT		Programmwahl Programmvorbereitung	1	0. 0.
2	.32	E	0.32	Anfangszahl	2	0.32 0.32
3	1.	A	1.	Untergrenze		
4	10.	B	10.	Obergrenze	3	1. 1.
5		C	5.87341	Zufallszahl		
6		C	7.34635	Zufallszahl	4	10. 10.
7		C	3.5911	Zufallszahl		
8		C	1.63531	Zufallszahl	5	10. 5.87341
9		C	9.05329	Zufallszahl	6	5.87341 7.34635
					7	7.34635 3.5911
					8	3.5911 1.63531
					9	1.63531 9.05329

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Beispiel 2: Erzeugen Sie fünf normal verteilte Zufallszahlen mit einem gewünschten Mittelwert von 5.84 und einer Standardabweichung von 2.12. Verwenden Sie 1 als Anfangszahl. Bestimmen Sie den effektiven Mittelwert und die Standardabweichung der erzeugten Zahlen und rufen Sie die Anzahl der erzeugten Zufallszahlen auf.

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
1		2nd PRG 15 2nd ENT		Programmwahl Programmvorbereitung	1	0. 0.
2	1	E	1.	Anfangszahl	2	1. 1.
3	5.84	A	5.84	gewünschtes \bar{x}		
4	2.12	B	2.12	gewünschtes σ	3	5.84 5.84
5		2nd PRG	7.8171433	Zufallszahl		
6		2nd C	7.290557451	Zufallszahl	4	2.12 2.12
7		2nd C	3.075542923	Zufallszahl		
8		2nd C	5.109539381	Zufallszahl	5	2.12 7.8171433
9		2nd C	3.323206704	Zufallszahl	6	7.8171433 7.290557451
		2nd Σ	5.323197952	effektives \bar{x}		
		INV 2nd Σ	2.190196047	effektives σ	7	7.290557451 3.075542923
		RCL 0 3	5.	N	8	3.075542923 5.109539381
					9	5.109539381 3.323206704

*Den gezeigten Ausdruck erhalten Sie bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

ML-15

Methoda

Gleichmäßig verteilte Zufallszahlen werden mit der linearen Kongruenzmethode erzeugt. Zwischen den erzeugten Zahlen existiert folgende Beziehung:

$$x_{n+1} = (ax_n + c) \bmod m$$

wobei:

$$x_0 = \text{Anfangszahl } (0 \leq \text{Anfangszahl} \leq 199017) \quad c = 99991$$

$$a = 24298 \quad m = 199017$$

Die erzeugte Folge gehört zur Periode m und jedes x_i wird auf den Bereich (A, B) durch folgende Gleichung eingestellt:

$$x_i' = (x_i/m)(B - A) + A$$

Normal verteilte Zufallszahlen werden mit der direkten Methode erzeugt. Zuerst wird ein Paar gleichmäßig verteilter Zufallszahlen im Intervall $(0, 1)$ erzeugt. Dann wird durch Anwendung dieser Zahlen (u_1 und u_2) ein Wert x aus folgender Gleichung berechnet:

$$x = \sqrt{-2 \ln u_1} \cos(2\pi u_2)$$

Diese normale Abweichung mit Null-Mittelwert und Einheitsvarianz wird durch

$$x' = \sigma'x + \bar{x}'$$

auf den Mittelwert \bar{x}' und auf die Standardabweichung σ eingestellt.

Registerinhalt

R ₀₀		R ₀₅	Σx^2	R ₁₀	A, \bar{x}	R ₁₅
R ₀₁	Σy	R ₀₆	Σxy	R ₁₁	B, σ	R ₁₆
R ₀₂	Σy^2	R ₀₇	belegt	R ₁₂		R ₁₇
R ₀₃	N	R ₀₈	belegt	R ₁₃		R ₁₈
R ₀₄	Σx	R ₀₉	Anfangszahl	R ₁₄		R ₁₉

KOMBINATIONEN, VARIATIONEN UND FAKULTÄTEN

Dieses Programm führt drei Funktionen aus.

Fakultät: Berechnung der Fakultät (n!) einer positiven ganzen Zahl ($0 \leq n \leq 69$).

$$n! \equiv (n)(n-1)(n-2) \cdot \dots \cdot (3)(2)(1), \quad (0! = 1).$$

Variationen: Berechnung der Anzahl der möglichen Variationen von n Objekten, wenn r Objekte gleichzeitig entnommen werden.

$$P\binom{n}{r} = n!/(n-r)! = (n)(n-1) \cdot \dots \cdot (n-r+1), \quad (P\binom{n}{0} = 1).$$

$$\text{Grenze: } P\binom{n}{r} \leq 69!$$

Kombinationen: Berechnung der Anzahl der möglichen Kombinationen von n Objekten, wenn r Objekte gleichzeitig entnommen werden.

$$C\binom{n}{r} = n!/r!(n-r)! = (n/r)(n-1/r-1) \cdot \dots \cdot (n-r+1/r), \quad (C\binom{n}{0} = 1).$$

$$\text{Grenze: } C\binom{n}{r} \leq 69!$$

Literatur: International Dictionary of Applied Mathematics, Van Nostrand.

Solid State Software		11 - 1977		
COMBINATIONS, PERMUTATIONS, FACTORIALS ML 16				
n	r	n!	P(n)	C(n)

PROGRAMMINSTRUKTIONEN

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
1	Programmwahl		2nd Prm 16	
2a	Eingabe von n	n	A	n (ganzzahlig)
2b	Eingabe von r ($0 \leq r \leq n$) (2a muß vor 2b durchgeführt werden)	r	B	r (ganzzahlig)
3	Fakultät: Berechnung der Fakultät von n ($0 \leq n \leq 69$)		C	n!
4	Variationen: Berechnung der Anzahl der möglichen Variationen		D	$P\binom{n}{r}$
5	Kombinationen: Berechnung d.Anzahl der möglichen Kombinationen		E	$C\binom{n}{r}$

- Anmerkung:
- Bei $r > n$ blinkt in der Anzeige der Wert 9.9999999 99.
 - In der Anzeige blinkt 9.9999999 99 bei einem Kapazitätsüberlauf in der Berechnung.
 - Bei negativen Eingaben für n oder r wird der Absolutwert verwendet und d.Ergebnis blinkt i.d. Anzeige.
 - Wenn die Werte für n oder r nicht ganzzahlig sind, wird nur der ganzzahlige Teil verwendet und das Ergebnis blinkt in der Anzeige.
 - Schritt 2 muß für jede Berechnung wiederholt werden.
 - Die Verarbeitungszeit ist abhängig von den Eingabedaten.

ML-16

Beispiel: Die einzelnen Bücher einer vierbändigen Shakespeare-Ausgabe werden in zufälliger Reihenfolge im Regal aneinander gestellt. Wieviele mögliche Anordnungen gibt es?

Das Problem wird gelöst, wenn man die Anzahl der möglichen Variationen von 4 Objekten berechnet, von denen 4 gleichzeitig entnommen werden.

$$P\left(\begin{matrix} 4 \\ 4 \end{matrix}\right) = 4!/(4 - 4)! = 4!/0! = 4!/1 = 4!$$

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2nd PRG 16		Programmwahl		
1	4	A	4.	n	1	4.
2		C	24.	nl	2	4. 24.

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Beispiel 2: 25 Studenten legen eine Prüfung für die Bewilligung eines Stipendiums ab. Die Studenten mit den 3 besten Prüfungsergebnissen erhalten Stipendien von DM 8000, DM 5000 bzw. 2000. Wieviele unterschiedliche Resultate sind möglich?

Die Anzahl der möglichen Resultate erhält man durch Bestimmung der Anzahl der möglichen Variationen von 25 Objekten, wenn 3 Objekte gleichzeitig genommen werden.

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2nd PRG 16		Programmwahl		
1	25	A	25.	n	1	25. 25.
2	3	B	3.	r	2	3. 3.
3		D	13800.	$P\left(\begin{matrix} 25 \\ 3 \end{matrix}\right)$	3	3. 13800.

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Beispiel 3: Beim Kartengeben erhält ein Spieler 4 Karten aus einem 52-iger Blatt. Wieviele mögliche Hände kann er bekommen?

Die Anzahl der möglichen Hände wird durch Berechnung der Anzahl der möglichen Kombinationen von 52 Objekten ermittelt, wenn 4 Objekte gleichzeitig entnommen werden.

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2nd 17 16		Programmwahl		
1	52	A	52.	n	1	52.
2	4	B	4.	r	2	4.
3		E	270725.	$C_4^{(n)}$	3	4. 270725.

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Registerinhalt

R ₀₀		R ₀₅		R ₁₀		R ₁₅
R ₀₁	n	R ₀₆		R ₁₁		R ₁₆
R ₀₂	r	R ₀₇		R ₁₂		R ₁₇
R ₀₃	belegt	R ₀₈		R ₁₃		R ₁₈
R ₀₄	n!, P, C	R ₀₉		R ₁₄		R ₁₉

GLEITENDE DURCHSCHNITTE

Dieses Programm berechnet den gleitenden Durchschnitt von n neuesten Werten in einer Folge von Variablen. Ein 3-Tages-gleitender Durchschnitt von Höchsttemperaturen würde zum Beispiel folgende Werte enthalten:

$$\text{Tag 3: } \frac{m_1 + m_2 + m_3}{3}$$

$$\text{Tag 4: } \frac{m_2 + m_3 + m_4}{3}$$

$$\text{Tag 5: } \frac{m_3 + m_4 + m_5}{3},$$

Die Werte dieser Art von Folge können als

$$\frac{1}{n} (m_k + m_{k+1} + \dots + m_{k+n-1}) \quad k = 1, 2, \dots \text{ ausgedrückt werden.}$$

Literatur: Mathematics Dictionary, James/James.

Solid State Software		TI ©1977	
MOVING AVERAGES		ML-17	
NUMBER	m → AVG		INIT

PROGRAMMINSTRUKTIONEN

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
1	Programmwahl		2nd F_m 17	
2	Programmvorbereitung		2nd ←	0.
3	Eingabe d.Anzahl d.Werte, deren Durchschnitt zu berechnen ist.	n^1	A	n
4	Eingabe des Wertes, der für die Durchschnittsberechnung verwendet wird, Wiederholung für jeden Wert	m	B	Durchschnitt ²

- ANMERKUNG:
- Fehlerbedingungen:
In der Anzeige blinkt der Wert 9.999999 99, wenn $n \leq 0$ oder n keine ganze Zahl ist.
 - Ein Durchschnitt wird für alle Werte genommen, die vor dem n -ten Wert eingegeben werden. Sobald der n -te Wert eingegeben ist, beginnt das Konzept der gleitenden Durchschnitte.
 - Die Anzahl der verfügbaren Datenregister muß größer oder gleich $n + 5$ sein.

Beispiel: Bestimmen Sie einen 3-Werte-gleitenden Durchschnitt, der sich auf die Zahl der Verkehrsunfälle bezieht, die monatlich in einer bestimmten Stadt Verletzungen zur Folge haben. Aufzeichnungen zeigen nachstehende Angaben: 45, 50, 57, 65, 73, 81, 84, 84, 78, 68, 56, 48.

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2nd F7 17		Programmwahl	1	0.
1		2nd F1	0.	Programmvorbereitung		0.
2	3	A	3.	n	2	3.
3	45	B	45.			3.
4	50	B	47.5		3	45.
5	57	B	50.66666667			45.
6	65	B	57.33333333		4	50.
7	73	B	65.			47.5
8	81	B	73.		5	57.
9	84	B	79.33333333			50.66666667
10	84	B	83.		6	65.
11	78	B	82.			57.33333333
12	68	B	76.66666667		7	73.
13	56	B	67.33333333			65.
14	48	B	57.33333333		8	81.
					9	73.
						84.
						79.33333333
					10	84.
						83.
					11	78.
						82.
					12	68.
						76.66666667
					13	56.
						67.33333333
					14	48.
						57.33333333

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Registerinhalt

R ₀₀		R ₀₅		R ₁₀		R ₁₅
R ₀₁	Zeiger	R ₀₆		R ₁₁		R ₁₆
R ₀₂	n	R ₀₇		R ₁₂		R ₁₇
R ₀₃	# Operanden	R ₀₈		R ₁₃		R ₁₈
R ₀₄	Gesamtsumme	R ₀₉		R ₁₄		R ₁₉

Anmerkung: R₀₀ bis R_{n-5} werden für die Speicherung der Eingaben verwendet.

ML-18

ZINSESZINSEN

In vielen Zinssituationen wird der Zinsgewinn für jede Zinsperiode dem Kapital zugeschlagen. Das heißt, die Zinsen einer Periode werden kapitalisiert und in der folgenden Periode mitverzinst.

Ein Endkapital (FV), basierend auf einem Barwert (PV) oder Anfangskapital, das N Perioden zu einem Zinssatz von 1% pro Periode verzinst wird, erhält man durch folgende mathematische Beziehung:

$$FV = PV (1 + 1/100)^N$$

Sind drei dieser vier Variablen als Eingabedaten gegeben, löst das Programm die Gleichung nach der restlichen Variablen auf. Die Formen dieser Gleichung für die Auflösung nach jeder Variablen sind auf Seite 66, "Methode", angegeben.

Das Programm eignet sich zur Lösung von Zinseszinsproblemen, gleich, ob Sie den nominalen Jahreszinsfuß (U.S. Methode) oder den effektiven Jahreszins (europäische Methode) verwenden. Die beiden Zinssätze können wie folgt definiert werden:

$$\text{Nominaler Jahreszinsfuß} = I \times N_c$$

$$1 + (\text{YER}/100) = 1(1 + I/100)^{N_c}$$

wobei

N_c = Anzahl der Zinsperioden pro Jahr

YER = effektiver Jahreszins

Wenn FV, PV und N gegeben sind, berechnet das Programm den periodischen Zinssatz. Diese Berechnung ist für beide Methoden identisch. Den nominalen Jahreszins ermittelt man dann durch Multiplikation mit der Anzahl der Zinsperioden pro Jahr. Um den effektiven Jahreszins zu errechnen, löst man den Term $1 + (\text{YER}/100)$ für die Anwendung des Programms und bestimmt YER manuell.

Ist der nominale Jahreszinsfuß gegeben, erhält man I für die Eingabe in das Programm, wenn man den nominalen Zinsfuß durch N_c dividiert. Ist jedoch der effektive Jahreszins die bekannte Variable, muß der periodische Zinssatz I vor Anwendung des Programms berechnet werden. Dieser Wert kann dann ohne erneute Eingabe in weiteren Berechnungen verwendet werden.

Um die Anwendung des Programms für jede der beiden Methoden zu vereinfachen, wurden separate Programm-Instruktionen erstellt. Auch die Beispiele, die die Operation des Programms veranschaulichen, sind für jede Methode angegeben.

Rentenformeln

Die vier folgenden Grundformeln für Renten sind in diesem Programm ebenfalls verfügbar, um das Erstellen von Rententabellen zu ermöglichen. Erläuterung von Rentenproblemen siehe Programm ML-19.

Amortisationsfond

$$s_{\overline{n}|i} = [(1 + i)^N - 1]/i$$

Vorschüssige Rente/FV

$$(1 + i)s_{\overline{n}|i} = [(1 + i)^{N+1} - (1 + i)]/i$$

Nachschüssige Rente/PV

$$a_{\overline{n}|i} = [1 - (1 + i)^{-N}]/i$$

Vorschüssige Rente/PV

$$(1 + i)a_{\overline{n}|i} = [(1 + i) - (1 + i)^{1-N}]/i$$

Solid State Software		TI © 1977		
COMPOUND INTEREST				ML-18
$S_{\bar{n} i}$	$(1+i)S_{\bar{n} i}$	$a_{\bar{n} i}$	$(1+i)a_{\bar{n} i}$	INIT
N	% I	PV	FV	

PROGRAMMINSTRUKTIONEN

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
1	U.S. Methode Programmwahl		2nd F18	
2	Programmvorbereitung		2nd !	0.00
3	Eingabe von drei der vier Variablen in beliebiger Reihenfolge: Anzahl der Zinsperioden Zinssatz (Prozent pro Periode) Anfangskapital Endkapital	N %I PV FV	A B C D	N %I PV FV
4	Berechnung der restlichen Variablen: Anzahl der Zinsperioden Zinssatz (Prozent pro Periode) Anfangskapital Endkapital	0 0 0 0	A B C D	N %I PV FV
	Rentenformeln (Siehe Anmerkung 1 unten sowie die Anmerkung zu den Rentenformeln)			
5	Auflösung nach $S_{\bar{n} i}$		2nd A	$S_{\bar{n} i}$
6	Auflösung nach $(1+i)S_{\bar{n} i}$		2nd B	$(1+i)S_{\bar{n} i}$
7	Auflösung nach $a_{\bar{n} i}$		2nd C	$a_{\bar{n} i}$
8	Auflösung nach $(1+i)a_{\bar{n} i}$		2nd D	$(1+i)a_{\bar{n} i}$

- ANMERKUNG: 1. Für die Schritte 5 bis 8 gelten folgende Voraussetzungen:
 N ist in R_{01} gespeichert
 $I \div 100$ ist in R_{08} gespeichert
 $(I \div 100) + 1$ ist in R_{09} gespeichert

ML-18

Beispiel 1: Welchen Wert haben 500 DM nach 24 Monaten bei monatlicher Verzinsung, wenn der nominale Jahreszinsfuß 5.75% beträgt?

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2nd 1/2nd 18		Programmwahl	1	0. 0.00
1		2nd 1/1	0.00	Programmvorbereitung		
2	24	A	24.00	Zinsperioden	2	24.00 24.00
	5.75	+	5.75	I (jährlich)		
3	12	= B	0.48	I (pro Zinsperiode)	3	0.48 0.48
4	500	C	500.00	PV	4	500.00 500.00
5	0	D	560.78	FV	5	0.00 560.78

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Beispiel 2: Vergleichen Sie eine einjährige Einlage von DM 1000 bei einem nominalen Jahreszinsfuß von 5.75% und täglicher Verzinsung mit 6% und vierteljährlicher Verzinsung.

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN!	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2nd 1/2nd 18		Programmwahl	1	0. 0.00
1		2nd 1/1	0.00	Programmvorbereitung		
2	365	A	365.00	Zinsperioden	2	365.00 365.00
	5.75	+	5.75	I (jährlich)		
3	365	= B	0.02	I (pro Zinsperiode)	3	0.02 0.02
4	1000	C	1000.00	PV	4	1000.00 1000.00
5	0	D	1059.18	FV	5	0.00 1059.18
6	4	A	4.00	Zinsperioden		
	6	+	6.00	I (jährlich)		
7	4	= B	1.50	I (pro Zinsperiode)	6	4.00 4.00
8	0	D	1061.36	FV	7	1.50 1.50
					8	0.00 1061.36

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Beachten Sie, daß es nötig war, beim zweiten Mal 1000 für das Anfangskapital einzugeben.

Solid State Software T1 ©1977				
COMPOUND INTEREST				ML-18
S_{n-1}	$(1+i)S_{n-1}$	a_{n-1}	$(1+i)a_{n-1}$	INIT
N	%I	PV	FV	

PROGRAMMINSTRUKTIONEN

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
1	Europäische Methode Programmwahl		2nd Fgm 18	
2	Programmvorbereitung		2nd t	0.00
	Bei gegebenem Jahreszinssatz			
3	Auflösung nach I_{eff} pro Periode			
3A	Eingabe der Perioden pro Jahr	N_c	A	N_c
3B	Eingabe von 1 als PV	1	C	1.00
3C	Eingabe von $(1 + I_{\text{ann}}/100)$ als FV	$1 + I/100$	D	FV
3D	Auflösung nach I_{eff} pro Periode	0	B	I_{eff}
4	Eingabe von zwei der folgenden Variablen in beliebiger Reihenfolge:			
	Anzahl der Perioden	N	A	N
	Anfangskapital	PV	C	PV
	Endkapital	FV	D	FV
5	Berechnung der restlichen Variablen:			
	Anzahl der Perioden	0	A	N
	Anfangskapital	0	C	PV
	Endkapital	0	D	FV
	Auflösung nach I_{ann} , wenn PV, FV u. N gegeben sind			
6	Anzahl der Perioden	N	A	N
7	Anfangskapital	PV	C	PV
8	Endkapital	FV	D	FV
9	Berechnung von I pro Periode	0	B	$I(\text{Periode})$
10	Berechnung des Jahreszinssfußes (I_{ann}):			
10A	Perioden pro Jahr (N_c)	N_c	A	N_c
10B	Eingabe von 1 für PV	1	C	1.00
10C	$FV = 1 + I_{\text{ann}}/100$	0	D	$1 + I_{\text{ann}}/100$
10D	1 wird subtrahiert und mit 100 multipliziert	1	-	
		100	= X	I_{ann}

ML-18

Beispiel 3: (Europäische Methode) Welchen Wert haben DM 500 nach 24 Monaten bei monatlicher Verzinsung, wenn der effektive Jahreszins 5.75% beträgt?

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2nd FV 18		Programmwahl	1	0.00
1		2nd I	0.00	Programmvorbereitung		0.00
2	12	A	12.00	N pro Jahr für I_{eff}	2	12.00
3	1	C	1.00	PV für I_{eff}		12.00
4	1.0575	D	1.06	FV für I_{eff}	3	1.00
5	0	B	0.47	I_{eff}		1.00
6	24	A	24.00	N	4	1.06
7	500	C	500.00	PV		1.06
8	0	D	559.15	FV	5	0.00
					6	0.47
						24.00
						24.00
					7	500.00
						500.00
					8	0.00
						559.15

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Beispiel 4: (Europäische Methode) Die Einlage eines Sparkontos erhöhte sich in 13 Monaten bei monatlicher Verzinsung von DM 1234.00 auf DM 1300.00. Berechnen Sie den Zinssatz pro Periode und den effektiven Jahreszins.

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2nd P/Y 18		Programmwahl	1	0.00
		2nd I	0.00	Vorbereitung		0.00
2	13	A	13.00	N	2	13.00
3	1234	C	1234.00	PV		13.00
4	1300	D	1300.00	FV	3	1234.00
5	0	B	0.40	I		1234.00
6	12	A	12.00	N pro Jahr für I_{eff}	4	1300.00
7	1	C	1.00	PV für I_{eff}		1300.00
8	0	D -	1.05	FV für I_{eff}	5	0.00
	1	= X	0.05			0.40
	100	=	4.93	I_{eff}	6	12.00
						12.00
					7	1.00
						1.00
					8	0.00
						1.05

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Anmerkungen zu den Rentenformeln

Die Rentenformeln, die über die Programmadress-Tasten **A'**, **B'**, **C'** und **D'** verfügbar sind, sollen die Möglichkeit geben, eigene Rententabellen zu erstellen oder eigene Programme mit diesen Funktionen als Unterprogramme zu schreiben.

Der periodische Zinssatz in Dezimalform muß in R_{08} gespeichert werden, und diese Größe plus eins in R_{09} . Dieser Vorgang erfolgt über die Programmadress-Taste **B** in Programm 18. Über die Taste **A** in Programm 18 wird N in R_{01} gespeichert.

Das folgende Beispiel zeigt den Zugriff auf die Routine für die nachschüssige Rente und ihre Anwendung, um eine nachschüssige Rententabelle zu erstellen. Tasten Sie zuerst nachstehende Befehlsfolge ein:

TASTE	ANZEIGE	TASTE	ANZEIGE
RST	0.	B	011 00
LRN	000 00	2nd F1	012 00
2nd LBL	001 00	INV SBR	013 00
A	002 00	2nd LBL	014 00
STO	003 00	C	015 00
0 1	004 00	2nd F1	016 00
2nd F1	005 00	1 B	017 00
INV SBR	006 00	2nd C	018 00
2nd LBL	007 00	2nd F1	019 00
B	008 00	INV SBR	020 00
2nd F1	009 00	LRN	0.
1 B	010 00		

Wenden Sie jetzt dieses Programm an, um eine nachschüssige Rententabelle für $I = 8$ und $N = 1, 2, 3, \dots, 10$ zu erstellen. Drücken Sie **INV** **2nd** **F1**. Wenn Sie einen Drucker besitzen, werden alle Anzeigewerte ausgedruckt.

EINGABE	TASTE	ANZEIGE
8	B	8.
1	A	1.
	C	.9259259259
2	A	2.
	C	1.783264746
3	A	3.
	C	2.577096987
4	A	4.
	C	3.31212684
5	A	5.
	C	3.992710037
6	A	6.
	C	4.622879664
7	A	7.
	C	5.206370059
8	A	8.
	C	5.746638944
9	A	9.
	C	6.246887911
10	A	10.
	C	6.710081399

ML-18

Registerinhalt

R ₀₀		R ₀₅		R ₁₀		R ₁₅
R ₀₁	N	R ₀₆		R ₁₁		R ₁₆
R ₀₂	I	R ₀₇		R ₁₂	$[(I \div 100) + 1]^N$	R ₁₇
R ₀₃	PV	R ₀₈	$I \div 100$	R ₁₃		R ₁₈
R ₀₄	FV	R ₀₉	$(I \div 100) + 1$	R ₁₄		R ₁₉

Methode

Berechnungsgrundlage ist die Zinseszinsgleichung in folgenden Formen:

$$FV = PV(1 + i)^N$$

$$PV = FV(1 + i)^{-N}$$

$$I = [(FV/PV)^{1/N} - 1] \times 100$$

$$N = \ln(FV/PV) / \ln(1 + i)$$

RENTEN

Unter einer Rente versteht man eine in gleichen Zeitabständen und in gleicher Höhe wiederkehrende Zahlung. Die Zeitintervalle zwischen den Zahlungen sind die Zahlungsperioden. Eine Rente ist eine Zinseszins-Situation mit periodischen Zahlungen. Wenn die Zahlungen jeweils am Ende einer Zahlungsperiode erfolgen, ist die Rente nachschüssig. Von einer vorschüssigen Rente spricht man, wenn die einzelnen Zahlungen jeweils zu Beginn einer Zahlungsperiode geleistet werden.

Es gibt viele Finanzprobleme, in denen nicht nur eine Reihe von Zahlungen, sondern auch eine Einzelleistung am Ende berücksichtigt werden muß, wobei diese Einzelzahlung höher oder niedriger als die regulären Zahlungen ausfällt. Diese sogenannten Einzelleistungen können sich auf ein Darlehen beziehen, das vorzeitig zurückgezahlt wird. Auch Vermögenssituationen, aus denen man eine ständige Rente erhält, fallen unter diese Kategorie, wenn der Vermögensgegenstand verkauft und am Ende der Anlage einen hohen Betrag einbringt. Die Einzelzahlung entspricht dem Kapitalbestand zu diesem Zeitpunkt.

Das Programm kann vier Rentenarten verarbeiten:

Amortisationsfonds
 Vorschüssige Rente/FV
 Nachschüssige Rente/PV
 Vorschüssige Rente/PV

Amortisationsfonds

Einfach ausgedrückt, ist der Amortisationsfonds ein Sparfonds um einen bestimmten Betrag zu einem bestimmten Datum anzusparen. Dieser Betrag ist der Endwert einer nachschüssigen Rente und kann aus folgender Formel berechnet werden:

$$FV = PMT \times \frac{(1+i)^N - 1}{i}$$

wobei:

FV = Endwert
 PMT = Zahlung
 i = 1/100
 i = Zinssatz pro Periode in %
 N = Anzahl der Perioden

Wenn drei der vier Variablen gegeben sind, berechnet das Programm die restliche Variable.

Vorschüssige Rente/FV

Diese Rentenart läßt sich am einfachsten als Endwert eines Sparkontos definieren, wobei zu Beginn jeder Periode gleiche Einzahlungen erfolgen. Die Formel für den Endwert:

$$FV = PMT \times (1+i) \times \frac{(1+i)^N - 1}{i}$$

Die Variablen sind hier wie beim Amortisationsfonds festgelegt. Das Programm berechnet eine der Variablen, wenn die anderen drei gegeben sind.

ML-19

Nachschüssige Rente/PV

Ein Hypothekendarlehen ist das typische Beispiel für diese Rentensituation. Hier muß ein Geldbetrag mit Zinsen durch bestimmte Zahlungen in einer festen Anzahl von Perioden zurückbezahlt werden. Diese Rentenart ist manchmal mit einer Einzahlung verbunden. Der Barwert wird mit folgender Formel berechnet:

$$PV = PMT \times \left[\frac{1 - (1 + i)^{-N}}{i} \right] + \left[BAL \times (1 + i)^{-N} \right]$$

wobei: BAL = Einzahlung (kann gleich Null sein)

Die anderen Variablen sind wie beim Amortisationsfonds definiert.

Wenn vier der fünf Variablen gegeben sind, berechnet das Programm die fünfte Variable.

Vorschüssige Rente/PV

Miet- oder Pachtverhältnisse sind die typischen Beispiele für diese Rente. Mit anderen Worten, welchen Barwert hat eine Pacht mit festen Zahlungen für eine bestimmte Anzahl von Perioden, wenn der vom Verpächter geforderte Zinssatz bekannt ist?

Eine Einzahlung am Ende der Frist kann einbezogen werden.

Der Barwert ist:

$$PV = PMT \times (1 + i) \times \left[\frac{1 - (1 + i)^{-N}}{i} \right] + \left[BAL \times (1 + i)^{-N} \right]$$

Wenn vier Variable als Eingabe bekannt sind, berechnet das Programm die restliche Variable.

Solid State Software				TI © 1977	
ANNUITIES					ML-19
Sinking Fund	Ann Due/FV	Ord Ann/PV	Ann Due/PV	INIT	
N	%I	PMT	PV/FV	B. PMT	

PROGRAMMINSTRUKTIONEN

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
1	Programmwahl		2nd F 19	
2	Programmvorbereitung		2nd F	0.
3	Wahl der Routine: Amortisationsfonds Vorschüssige Rente/FV Nachschüssige Rente/PV Vorschüssige Rente/PV		2nd A 2nd B 2nd C 2nd D	0. 0. 0. 0.
4	Eingabe der bekannten Variablen i.belieb.Reihenf.: Anzahl der Perioden Zinssatz (% pro Periode) Zahlung pro Periode PV oder FV Einzelzahlung ¹	N %I PMT PV oder FV BAL	A B C D E	N %I PMT PV oder FV BAL
5	Auflösung nach d.unbekannten Variablen: Anzahl der Perioden Zinssatz (% pro Periode) Zahlung pro Periode PV oder FV Einzelzahlung	0 0 0 0 0	A B C D E	N %I PMT PV oder FV BAL
6	Zur Lösung einer anderen Aufgabe desselben Typs gehen Sie zurück zu Schritt 4 (siehe Anm.2). Für eine Aufgabe m.einem anderen Rententyp gehen Sie zu Schritt 2.			

- ANMERKUNGEN:
1. Wenn keine Einzelzahlung erfolgt, **GEBEN SIE NICHT** Null ein. Überspringen Sie einfach diesen Schritt.
 2. Wenn die Einzelzahlung im vorhergehenden Problem einen Wert ungleich Null hatte und in der neuen Aufgabe Null ist, gehen Sie zu Schritt 2.

Registerinhalt

R ₀₀		R ₀₅	B.PMT	R ₁₀	belegt	R ₁₅	
R ₀₁	N	R ₀₆	belegt	R ₁₁	belegt	R ₁₆	
R ₀₂	%I	R ₀₇	belegt	R ₁₂	belegt	R ₁₇	
R ₀₃	PMT	R ₀₈	$I \div 100$	R ₁₃	belegt	R ₁₈	
R ₀₄	PV/FV	R ₀₉	$(I \div 100) + 1$	R ₁₄	belegt	R ₁₉	

ML-19

Beispiel 1: Amortisationsfonds

Am Ende jedes Monats zahlt eine Gesellschaft DM 25 in einen Fonds, um nach Ablauf von 10 Jahren eine bestimmte Maschine ersetzen zu können. Wenn der Fonds bei einem Zinssatz von $5\frac{1}{4}\%$ und monatlicher Verzinsung aufläuft, welcher Betrag ist dann a) nach $4\frac{1}{2}$ Jahren und b) nach 10 Jahren angespart?

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK+ (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2nd f 19		Programmwahl	1	0.
1		2nd F	0.	Programmvorbereitung		0.
2		2nd A	0.	Amortisationsfonds	2	0.
	4.5	X	4.5			0.
3	12	= A	54.	N	3	54.
	5.25	+	5.25			54.
4	12	= B	0.4375	%I	4	0.4375
5	25	C	25.00	PMT	5	25.0000
6	0	D	1519.08	FV		25.00
	10	X	10.00		6	0.00
7	12	= A	120.	N		1519.08
8	0	D	3934.42	FV	7	120.00
					8	120.
						0.
						3934.42

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Beispiel 2: Vorschüssige Rente/FV

Lydia will in den nächsten 10 Jahren DM 10 000 ansparen, um ihre Hypothek zurückzuzahlen. Welcher monatliche Zinssatz ist erforderlich, damit sie am Ende des 10-ten Jahres über den Betrag von DM 10 000 verfügen kann, wenn sie zu Beginn jeden Monats DM 50 einzahlt?

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2nd f 19		Programmwahl	1	0.
1		2nd F	0.	Programmvorbereitung		0.
2		2nd B	0.	Vorschüssige Rente/FV	2	0.
3	10000	D	10000.00	FV		0.
4	50	C	50.00	PMT	3	10000.
	10	X	10.00			10000.00
5	12	= A	120.	N	4	50.00
6	0	B	0.7869	I (monatlich)	5	50.00
					6	120.00
						120.
						0.
						0.7869

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Beispiel 3: Nachschüssige Rente/PV

Berechnen Sie die monatlichen Zahlungen für ein Darlehen von DM 32 000 bei einem Jahreszins von 8,75%, wenn die Laufzeit 30 bzw. 20 Jahre dauert.

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK** (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2nd Frn 19				
1		2nd F	0.	Programmwahl	1	0.
2		2nd C	0.	Programmvorbereitung	2	0.
	8,75	÷	8,75	Nachschüssige Rente		
3	12	= B	0.7292*	I (monatlich)	3	.729166667
4	32000	D	32000.00	PV		0.7292
	30	X	30.00		4	32000.0000
5	12	= A	360.	N (30 Jahre)		32000.00
6	0	C	251.74	PMT (30 Jahre)	5	360.00
	20	X	20.00			360.
7	12	= A	240.	N (20 Jahre)	6	0.
8	0	C	282.79	PMT (20 Jahre)	7	251.74
					8	240.00
						240.
						0.
						282.79

* Die Anzeige ist auf 4 Dezimalstellen gerundet. Für die Berechnung werden jedoch die ungerundeten Divisionsergebnisse verwendet.

**Den gezeigten Ausdruck erhält man durch Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Beispiel 4: Vorschüssige Rente/PV

Ein Unternehmen verleiht einen Großkopierer im Wert von DM 45 000 zwei Jahre lang für eine Monatsmiete von DM 2 000, die jeweils am 1.Tag des Monats zahlbar ist. Nach diesen 2 Jahren soll der Kopierer für DM 10 000 verkauft werden, Welcher Gewinn ist zu erwarten?

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2nd Frn 19				
1		2nd F	0.	Programmwahl	1	0.
2		2nd C	0.	Programmvorbereitung		0.
3	45000	D	45000.00	PV	2	0.
4	2000	C	2000.00	PMT	3	45000.
5	10000	E	10000.00	BAL		45000.00
	2	X	2.00		4	2000.00
6	12	= A	24.	N		2000.00
7	0	B X	1.9638	I (monatlich)	5	10000.00
	12	=	23.5651	I (jährlich)	6	10000.00
					7	24.00
						24.
						0.
						1.9638

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Der Ertrag ist 1.9638% pro Monat oder 23.5651% pro Jahr.

ML-19

Methode

Die folgenden Gleichungen werden für die Auflösung nach den einzelnen Variablen in den verschiedenen Rentensituationen verwendet.

Amortisationsfonds

$$FV = PMT \times \frac{(1+i)^N - 1}{i}$$

$$N = \ln \left(\frac{FV \times i}{PMT} + 1 \right) / \ln(1+i)$$

$$PMT = FV \times i / [(1+i)^N - 1]$$

I wird mit der Newton-Raphson Methode bestimmt.

Vorschüssige Rente/FV

$$FV = PMT \times (1+i) \times \frac{(1+i)^N - 1}{i}$$

$$N = \ln \left[\frac{FV}{PMT} \times i + (1+i) \right] / \ln(1+i) - 1$$

$$PMT = FV / \left[(1+i) \times \frac{(1+i)^N - 1}{i} \right]$$

I wird mit der Newton-Raphson Methode bestimmt.

Nachschüssige Rente/PV

$$PV = PMT \times \left[\frac{1 - (1+i)^{-N}}{i} \right] + \left[BAL \times (1+i)^{-N} \right]$$

$$N = \ln [(PMT - i BAL) / (PMT - i PV)] / \ln(1+i)$$

$$PMT = [PV - BAL(1+i)^{-N}] / \left[\frac{1 - (1+i)^{-N}}{i} \right]$$

I wird mit der Newton-Raphson Methode bestimmt.

$$BAL = \left(PV - PMT \times \frac{1 - (1+i)^{-N}}{i} \right) / (1+i)^{-N}$$

Vorschüssige Rente/PV

$$PV = PMT \times (1 + i) \times \left[\frac{1 - (1 + i)^{-N}}{i} \right] + [BAL \times (1 + i)^{-N}]$$

$$N = \ln \left[\left(\frac{PMT(1 + i)}{i} - BAL \right) / \left(\frac{PMT(1 + i)}{i} - PV \right) \right] / \ln(1 + i)$$

$$PMT = \left[PV - BAL \times (1 + i)^{-N} \right] / \left[(1 + i) \times \frac{1 - (1 + i)^{-N}}{i} \right]$$

I wird mit der Newton-Raphson Methode bestimmt.

$$BAL = \left[PV - PMT \times (1 + i) \times \left(\frac{1 - (1 + i)^{-N}}{i} \right) \right] (1 + i)^{-N}$$

wobei:

N = Anzahl der Zahlungsperioden

PV = Barwert

FV = Endwert

BAL = Einzahlung

I = periodischer Zinssatz

i = I ÷ 100

WOCHENTAG UND TAGE ZWISCHEN DATEN

Das Programm berechnet die Anzahl der Tage zwischen zwei Kalenderdaten nach dem Jahr 1582. Für jedes beliebige Datum nach dem Jahr 1582 wird auch der Wochentag bestimmt. Die Berechnungen basieren auf dem Gregorianischen Kalender.

Beachten Sie die Eingabeform für die Daten: Monat, Tag, Jahr im Format MMTT.JJJJ.

Die Wochentage werden durch einzelne Ziffern von 0 bis 6 für Samstag bis Freitag dargestellt.

Solid State Software		TI © 1977	
DAY OF WEEK, DAYS BETWEEN DATES			ML-20
(M M D D . Y Y Y Y)			
DATE 1	DATE 2	No. DAYS	D → D of W

PROGRAMMINSTRUKTIONEN

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
1	Programmwahl		2nd F2 20	
	Tage zwischen Daten			
2	Eingabe des ersten Datums	MMTT. JJJJ	A	0
3	Eingabe des zweiten Datums	MMTT. JJJJ	B	0
4	Berechnung der Anzahl der Tage zwischen den gegebenen Daten		C	Anzahl d. Tage
5	Wochentag Eingabe d. Datums u. Berechnung d. Wochentags 0 – Samstag 1 – Sonntag 2 – Montag 3 – Dienstag 4 – Mittwoch 5 – Donnerstag 6 – Freitag	MMTT. JJJJ	D	Wochentag

- ANMERKUNGEN:
1. Das Datum muß in der Form: Monat–Tag–Jahr eingegeben werden.
 2. Fehlerbedingungen:
 - a. negative Eingaben
 - b. TT > 31
 - c. MM > 12
 - d. JJJJ < 1582
 3. Bei der Berechnung Tage zwischen Daten wird bei allen Jahrhunderten, deren erste beiden Zahlen nicht durch 4 teilbar sind, kein Schaltjahr berechnet.

Beispiel 1: Tage zwischen Daten

Wieviele Tage liegen zwischen dem 1. Juni 1960 und dem 31. Oktober 1976? Wieviele Tage liegen zwischen dem 1. Oktober 1976 und dem 31. Oktober 1976?

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2nd 172nd 20		Programmwahl		
1	601.1960	A	0.	Erstes Datum	1	601.1960.
2	1031.1976	B	0.	Zweites Datum	2	1031.1976.
3		C	5996.	Anzahl der Tage		
4	1001.1976	A	0.	Neues Datum	3	0. 5996.
5		C	30.	Anzahl der Tage	4	1001.1976. 0.
					5	0. 30.

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Beispiel 2: Wochentag

Auf welchen Wochentag fiel der 7. Dezember 1941?

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK** (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2nd 172nd 20		Programmwahl		
1	1207.1941	D	1.*	Wochentag	1	1207.1941 1.

*0 – Samstag, 1 – Sonntag, 2 – Montag, 3 – Dienstag, 4 – Mittwoch, 5 – Donnerstag, 6 – Freitag.

**Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Registerinhalt

R ₀₀		R ₀₅	Faktor 2	R ₁₀	R ₁₅
R ₀₁	MM	R ₀₆		R ₁₁	R ₁₆
R ₀₂	TT	R ₀₇		R ₁₂	R ₁₇
R ₀₃	JJJJ	R ₀₈		R ₁₃	R ₁₈
R ₀₄	Faktor 1	R ₀₉		R ₁₄	R ₁₉

ML-20

Methode

Man ermittelt die Anzahl der Tage zwischen zwei Daten durch Berechnung des FAKTORS für jedes Datum und anschließender Bestimmung der Differenz zwischen den beiden FAKTOREN.

Für Januar und Februar:

$$\text{FAKTOR} = 365(\text{JJJJ}) + \text{TT} + 31(\text{MM} - 1) + \text{INT}[(\text{JJJJ} - 1)/4] \\ - \text{INT}(\%[\text{INT}[(\text{JJJJ} - 1)/100] + 1])$$

Für März bis Dezember:

$$\text{FAKTOR} = 365(\text{JJJJ}) + \text{TT} + 31(\text{MM} - 1) - \text{INT}(.4\text{MM} + 2.3) \\ + \text{INT}(\text{JJJJ}/4) - \text{INT}(\%[\text{INT}(\text{JJJJ}/100) + 1])$$

INT bedeutet in diesen Formeln, daß nur der ganzzahlige Teil des Ausdrucks verwendet wird.

Der Wochentag jedes beliebigen Datums wird aus dem FAKTOR des Datums wie folgt ermittelt:

$$\text{Wochentag} = \text{FAKTOR} + [\text{INT}(-\text{FAKTOR}/7) \times 7]$$

Der Wochentag wird durch eine einzelne Ziffer von 0 bis 6 für Samstag bis Freitag ausgedrückt.

"HI-LO"-ZAHLENRATESPIEL

Neben einer erheiternden Ablenkung ist dieses Programm eine nicht-technische Vorführung des Softwaremoduls. Das Spiel ist einfach und kann von nahezu jedem Anwender sofort gespielt werden.

Ihre Aufgabe im Spiel ist es, eine Geheimzahl (nur ganze Zahlen) zwischen 1 und 1023 zu erraten, die im Rechner ausgewählt wurde. Der Rechner antwortet auf jeden Versuch mit einer Anzeige für "zu groß", "zu klein" oder "richtig". Ihre Punktzahl (Anzahl der Versuche) wird vom Rechner registriert.

Auch Sie können eine Zahl im Bereich bis 1023 auswählen und der Rechner versucht diese Zahl zu erraten, wenn Sie die entsprechenden Antworten auf seine einzelnen Versuche geben. Sobald der Rechner die gewählte Zahl gefunden hat, wird seine Punktzahl ausgewiesen.

Wenn Sie den Rechner die gleiche Zahl raten lassen, die Sie selbst finden mußten, können Sie bei dieser Übung schon manchmal an dem Grundsatz zweifeln, der den Menschen über die Maschine stellt. Befolgen Sie nun die Programm-Instruktionen und sehen Sie, ob Sie die Überlegenheit des Menschen aufrecht halten können.

Solid State Software				II - 1977
HI-LO GAME			ML-21	
M INIT	M LO	M HI	M CORR	
INIT	GO	GUESS	SCORE	

PROGRAMMINSTRUKTIONEN

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
1	Programmwahl		2nd PAUSE 21	
	Jetzt raten Sie			
2	Eingabe einer Zahl (0 bis 199017) *	Zahl	A	Eingegebene Zahl
3	Erzeugen einer Geheimzahl		B	0.
4	Eingabe Ihres Versuchs (1 bis 1023) Anhaltspunkt: -1. zu niedrig 1. zu hoch blinkende Null: richtig	Versuch	C	Anhaltspunkt
5	Wiederholen Sie Schritt 4 so oft wie nötig			
6	Anzeige der Punktzahl		D	Punktzahl
7	Für eine neue Zahl gehen Sie zu Schritt 3			
	Und nun rät der Rechner			
8	Sie wählen eine Zahl (1 bis 1023)			
9	Der erste Versuch des Rechners wird angezeigt		2nd A	Vers.d.Rechn.
10	Auswertung dieses Versuchs: zu niedrig zu hoch richtig		2nd B 2nd C 2nd D	Vers.d.Rechn. Vers.d.Rechn. Punktzahl
11	Wiederholen Sie Schritt 10 so oft wie nötig			d. Rechn.
12	Beginnen Sie ein neues Spiel wieder m.Schritt 8			

*Jede von Ihnen gewählte Zahl erzeugt ein anderes Spiel.

ML-21

Beispiel: Der Spieler fordert das Gerät heraus und versucht als erster dessen Geheimzahl (530) zu erraten. Dann wählt er die Zahl 848 aus und der Rechner findet sie in nur sechs Versuchen.

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2nd PRGM 21		Programmwahl	1	0.12345
1	.12345	A	0.12345	Programmvorbereitung		0.12345
2		B	0.	Der Rechner wählt eine Zahl	2	0.12345
3	200	C	-1.	200 ist zu niedrig		0.
4	600	C	1.	600 ist zu hoch	3	200.
5	400	C	-1.	400 ist zu niedrig		-1.
6	500	C	-1.	500 ist zu niedrig	4	600.
7	550	C	1.	550 ist zu hoch		1.
8	525	C	-1.	525 ist zu niedrig	5	400.
9	530	C	flashing 0.	530 ist richtig	6	500.
10		D	7.	7 Versuche		-1.
11		2nd A	512.	zu niedrig	7	550.
12		2nd B	768.	zu niedrig		1.
13		2nd B	896.	zu hoch	8	525.
14		2nd C	832.	zu niedrig		-1.
15		2nd B	864.	zu hoch	9	530.
16		2nd C	848.	richtig		0.7
17		2nd D	6.	6 Versuche	10	0.7.
					11	7.
						512.
					12	512.
						768.
					13	768.
						896.
					14	896.
						832.
					15	832.
						864.
					16	864.
						848.
					17	848.
						6.

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Registerinhalt

R ₀₀	R ₀₅ Versuch des Spielers	R ₁₀	R ₁₅
R ₀₁ Versuch des Rechners	R ₀₆	R ₁₁	R ₁₆
R ₀₂ Abgegebene Versuche	R ₀₇	R ₁₂	R ₁₇
R ₀₃ Zahl des Rechners	R ₀₈	R ₁₃	R ₁₈
R ₀₄ Anzahl der Versuche	R ₀₉ Anfangszahl	R ₁₄	R ₁₉

GIRO- UND SPARKONTENFÜHRUNG

Dieses Programm bestimmt den laufenden Kontostand von Giro- und Sparkonten, wenn die Anfangssalden als Eingabeinformation gegeben sind. Zusätzlich zur Verarbeitung der Einzahlungen und Abhebungen (Schecks) addiert das Programm die Sparszinsen, wenn der Zinssatz und die Zinsperioden gegeben sind. Die resultierenden Kontostände können entweder durch die Constant Memory Eigenschaften des TI-58C gespeichert, auf Magnetkarten beim TI-59 aufgezeichnet oder aufgeschrieben und bei der nächsten Anwendung des Programms eingegeben werden.

Grundlage für die Zinsberechnung des Sparkontos ist die klassische Zinseszinsformel:

$$FV = PV(1 + i)^N$$

wobei

- FV = künftiger Wert (neuer Kontostand)
- PV = Anfangswert (augenblicklicher Kontostand)
- i = periodischer Zinssatz (in Dezimalform)
- N = Anzahl der Perioden

Beachten Sie, daß diese Formel für Perioden anzuwenden ist, in denen PV nicht durch Einzahlungen oder Abhebungen geändert wurde. Aus diesem Grund muß bei einem Konto mit häufigen Umsätzen und täglichen Verzinsungsperioden diese Formel mehrmals angewandt (einmal für jede Einzahlung oder Abhebung) werden.

Solid State Software				TI ©1977	
CHECKING/SAVINGS ACCOUNT				ML-22	
Checking	Savings	I%/Yr	Periods/Yr		
Balance	Deposit	Withdrawal	No. Periods	New Bal.	

PROGRAMMINSTRUKTIONEN

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
1	Programmwahl		2nd Fcn 22	
2	Einlesen d. Datenregisterinhalte von der Magnetkarte ¹ oder Eingabe des Girokontostands 2 Eingabe des Sparkontostands 2	Girokonto Sparkonto	2nd A E 2nd B E 2nd A	Girokonto Sparkonto
3	Wahl der Girokontoberechnung		2nd A	
4	Eingabe des Einzahlungsbetrags	Einzahlungsb.	B	neuer Saldo
5	Eingabe des Scheckbetrags	Scheckbetrag	C	neuer Saldo
6	Wiederholung d. Schritte 4 u. 5 so oft wie nötig			
7	Wahl der Sparkontoberechnung		2nd B	
8	Addition der Zinsen: Eingabe des Jahreszinssatzes (%) Eingabe der Verzinsungsperioden pro Jahr Eingabe der Anzahl der Perioden	%I/Jahr P N	2nd C 2nd D D	%I/Jahr %/Per neuer Saldo
9	Addition einer Spareinlage	Spareinlage	B	neuer Saldo
10	Subtraktion einer Auszahlung	Auszahlungsb.	C	neuer Saldo
11	Anzeige des Girokontostandes		2nd A A	Kontostand 2
12	Anzeige des Sparkontostandes		2nd B A	Kontostand 2
13	Wahlweise: Aufzeichnung der Datenregisterinhalte auf Magnetkarte ¹			

- ANMERKUNG: 1. Nur für den programmierbaren Rechner TI-59.
2. Die resultierenden Kontostände können durch die Constant Memory Eigenschaften des TI-58C gespeichert werden.

Registerinhalt

R ₀₀		R ₀₅	Saldo-Girokonto	R ₁₀	Ind. Saldo-Zeiger	R ₁₅
R ₀₁	N	R ₀₆	Saldo-Sparkonto	R ₁₁		R ₁₆
R ₀₂	I	R ₀₇	I	R ₁₂		R ₁₇
R ₀₃	PV	R ₀₈	I ÷ 100	R ₁₃		R ₁₈
R ₀₄	FV	R ₀₉	(I ÷ 100) + 1	R ₁₄		R ₁₉

Beispiel: Herr Schmidt will Ende April den Stand seines Giro- und Sparkontos ausrechnen. Seine Bank zahlt 5% Jahreszinsen auf Spareinlagen bei täglichen Gutschriften. Sein Sparkontostand Ende März belief sich auf DM 1732.84, der Saldo des Girokontos war DM 231.70. In dem Monat wurden folgende Kontobewegungen verzeichnete:

Einzahlungen auf das Girokonto: DM 231.60, DM 50.00

Schecks: DM 43.10, DM 18.73, DM 103.79, DM 10.36

Spareinlagen: DM 304.00, DM 428.00 (am 10. und am 14. April)

Abhebungen vom Sparkonto: DM 1000.00 (am 20. April)


					AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	REF.	DRUCK
		2nd Firm 22		Programmwahl	1	0.00
1		2nd A	0.00	Girokontoberechnung		0.00
2	231.70	E	231.70	Girokontostand	2	231.70
3	231.60	B	463.30	Einzahlung		231.70
4	50.00	B	513.30	Einzahlung	3	231.60
5	43.10	C	470.20	Scheck		463.30
6	18.73	C	451.47	Scheck	4	50.00
7	103.79	C	347.68	Scheck		513.30
8	10.36	C	337.32	Endstand des Girokontos	5	43.10
9		2nd B	337.32	Sparkontoberechnung		470.20
10	1732.84	E	1732.84	Sparkontostand	6	18.73
11	5	2nd C	5.00	I (jährlich)		451.47
12	365	2nd D	0.01	I (täglich)	7	103.79
13	10	D	1735.22	Kontostand am 10. 4.		347.68
14	304	B	2039.22	Einzahlung	8	10.36
15	4	D	2040.33	Kontostand am 14. 4.		337.32
16	428	B	2468.33	Einzahlung	9	337.32
17	6	D	2470.36	Kontostand am 20. 4.		337.32
18	1000	C	1470.36	Abhebung	10	1732.84
19	10	D	1472.38	Endstand des Sparkontos		1732.84
					11	5.00
						5.00
					12	365.00
						0.01
					13	10.00
						1735.22
					14	304.00
						2039.22
					15	4.00
						2040.33
					16	428.00
						2468.33
					17	6.00
						2470.36
					18	1000.00
						1470.36
					19	10.00
						1472.38

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

GRAD-MINUTEN-SEKUNDEN OPERATIONEN

Addition oder Subtraktion zweier Zahlen, die in der Grad-Minuten-Sekunden Form (gg.mmss) ausgedrückt sind, können mit diesem Programm durchgeführt werden. Eine Zahl in Grad-Minuten-Sekunden Form kann darüberhinaus mit einem Skalar multipliziert oder dividiert werden.

Auch für Zeitberechnungen kann man das Programm verwenden, wobei die Werte in Stunden-Minuten-Sekunden (hh.mmss) gegeben sind.

 Solid State Software		TI ©1977	
DMS OPERATIONS		ML-23	
(d.d.m.m.s.s)			
n	$\pm p \rightarrow n \pm p$	$a \rightarrow n \times a$	$a \rightarrow n \div a$

PROGRAMMINSTRUKTIONEN

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
1	Programmwahl		2nd 1/m 23	
2	Eingabe der Zahl n (gg.mmss)	n	A	n (Dez.grad)
Addition und Subtraktion				
3	Eingabe der Zahl p (gg.mmss) für die Addition	p	B	(n + p)
4	Eingabe der Zahl p (gg.mmss) für die Subtraktion	p	+/- B	(n - p)
Multiplikation oder Division				
5	Eingabe von Skalar a für die Multiplikation	a	C	(n × a)
6	Eingabe von Skalar a für die Division	a	D	(n ÷ a)

- ANMERKUNGEN: 1. Nach Durchführung einer der vier Operationen ist die Anzeige auf 4 Dezimalstellen eingestellt.
 2. Für Kettenrechnungen wird das Ergebnis einer Operation direkt als Eingabewert in Schritt 2 verwendet. Damit werden Rundungsfehler gering gehalten.

Registerinhalt

R ₀₀		R ₀₅		R ₁₀		R ₁₅
R ₀₁	n	R ₀₆		R ₁₁		R ₁₆
R ₀₂		R ₀₇		R ₁₂		R ₁₇
R ₀₃		R ₀₈		R ₁₃		R ₁₈
R ₀₄		R ₀₉		R ₁₄		R ₁₉

Beispiel 1: Herr Schmidt fliegt um 8 Uhr morgens ab. Die voraussichtliche Flugdauer beträgt 3 Stunden, 20 Minuten. Zu welcher Zeit erreicht er sein Ziel?

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2nd 17m 23		Programmwahl	1	8.
1	8	A	8.	Dezimalstunden		8.
2	3.2	B	11.2000	Summe (hh.mmss)	2	3.2 11.2000

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Beispiel 2: Subtrahieren Sie vom Winkel $47^{\circ}00'31''$ den Winkel $24^{\circ}43'35''$.

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2nd 17m 23		Programmwahl	1	47.0031
1	47.0031	A	47.00861111	Dezimalgrad		47.00861111
2	24.4335	+/- B	22.1656	Differenz (gg.mmss)	2	-24.4335 22.1656

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Beispiel 3: Berechnen Sie den doppelten Wert von $20^{\circ}30'45''$.

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2nd 17m 23		Programmwahl	1	20.3045
1	20.3045	A	20.5125	Dezimalgrad		20.5125
2	2	C	41.0130	Produkt (gg.mmss)	2	2. 41.0130

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Beispiel 4: Was ist die Hälfte von $160^{\circ}89'77''$?

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2nd 17m 23		Programmwahl	1	160.8977
1	160.8977	A	161.5047222	Dezimalgrad		161.5047222
2	2	D	80.4509	Quotient (gg.mmss)	2	2. 80.4509

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

UMRECHNUNG VON MASSEINHEITEN (1)

Über die Programmadresstasten ermöglicht das Programm Längenumrechnungen wie folgt:

TASTE

- A
- 2nd A
- B
- 2nd B
- C
- 2nd C
- D
- 2nd D
- E
- 2nd E


UMRECHNUNG

- inch in Zentimeter
- Zentimeter in inch
- Fuß in Meter
- Meter in Fuß
- Yard in Meter
- Meter in Yard
- Gesetzliche englische Meilen in Kilometer
- Kilometer in gesetzliche englische Meilen
- Gesetzliche englische Meilen in Seemeilen (Int.)
- Seemeilen (Int.) in gesetzliche englische Meilen

OPERATION

- Multiplikation mit 2.54
- Division durch 2.54
- Multiplikation mit 0.3048
- Division durch 0.3048
- Multiplikation mit 0.9144
- Division durch 0.9144
- Multiplikation mit 1.609344
- Division durch 1.609344
- Multiplikation mit 0.86897624
- Division durch 0.86897624

Flächenumformungen erhält man, wenn man die Umrechnungstaste zweimal drückt. Entsprechend werden Volumenrechnungen durch dreimaliges Drücken der Taste durchgeführt.

 Solid State Software TI ©1977				
UNIT CONVERSIONS (1)				ML-24
cm → in	m → ft	m → yd	km → mi	n mi → mi
in → cm	ft → m	yd → m	mi → km	mi → n mi

PROGRAMMINSTRUKTIONEN

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
1	Programmwahl		2nd F2 24	
2	Umrechnung:			
	inch in Zentimeter	inch	A	cm
	Zentimeter in inch	cm	2nd A	inch
	Fuß in Meter	Fuß	B	Meter
	Meter in Fuß	Meter	2nd B	Fuß
	Yard in Meter	Yard	C	Meter
	Meter in Yard	Meter	2nd C	Yard
	Meilen in Kilometer	Meilen	D	km
	Kilometer in Meilen	km	2nd D	Meilen
	Meilen in Seemeilen	Meilen	E	Seemeilen
	Seemeilen in Meilen	Seemeilen	2nd E	Meilen

Beispiel 1: Führen Sie folgende Umrechnungen durch:

2 inch in Zentimeter
 6 Fuß in Meter
 20 Yard in Meter
 1000 Kilometer in Meilen
 100 Meter in Fuß

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2nd Prm 24		Programmwahl	1	2.
1	2	A	5.08	inch in cm		5.08
2	6	B	1.8288	Fuß in m	2	6.
3	20	C	18.288	yd in m		1.8288
4	1000	2nd D	621.3711922	km in mi	3	20.
5	100	2nd E	328.0839895	m in ft		18.288
					4	1000.
						621.3711922
					5	100.
						328.0839895

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Beispiel 2: Berechnen Sie das Volumen eines quaderförmigen Behälters in Kubikzentimeter. Die Abmessungen sind 12 x 6 x 4 inch.

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
		2nd Prm 24		Programmwahl	1	288.
	12	X	12.			731.52
	6	X	72.			731.52
	4	=	288.	Kubikin		1858.0608
1		A A A	4719.474432	Kubikzentimeter		1858.0608
						4719.474432

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Registerinhalt


Register werden nicht belegt.

UMRECHNUNG VON MASSEINHEITEN (2)

Über die Programmadressstasten ermöglicht das Programm Umrechnungen von Volumen-, Masse- und Temperatureinheiten wie folgt:

TASTE	Umrechnung	Operation
A	$^{\circ}\text{F}$ in $^{\circ}\text{C}$	$C = \frac{5}{9} (F - 32)$
2nd A	$^{\circ}\text{C}$ in $^{\circ}\text{F}$	$F = \frac{9}{5} C + 32$
B	fluid ounces in Liter	Multiplikation mit 0.0295735296
2nd B	Liter in fluid ounces	Division durch 0.0295735296
C	Gallonen (U.S.) in Liter	Multiplikation mit 3.785411784
2nd C	Liter in Gallonen (U.S.)	Division durch 3.785411784
D	Unzen in Gramm	Multiplikation mit 28.34952313
2nd D	Gramm in Unzen	Division durch 28.34952313
E	engl. Pfund in Kilogramm	Multiplikation mit 0.45359237
2nd E	Kilogramm in engl. Pfund	Division durch 0.45359237

Die Ausgabeinformation einer Umrechnung kann als Eingabe für eine andere Umrechnung versendet werden, wenn man einfach das Ergebnis in der Anzeige läßt und eine andere Programmadressstaste drückt.

 Solid State Software				TI © 1977	
UNIT CONVERSIONS (2)				ML-25	
$^{\circ}\text{C} \rightarrow ^{\circ}\text{F}$	lit \rightarrow oz	lit \rightarrow US gal	gm \rightarrow oz	kg \rightarrow lb	
$^{\circ}\text{F} \rightarrow ^{\circ}\text{C}$	oz \rightarrow lit	US gal \rightarrow lit	oz \rightarrow gm	lb \rightarrow kg	

PROGRAMMINSTRUKTIONEN

Schritt	Verfahren	Eingabe	Taste	Anzeige
1	Programmwahl		2nd Prog 25	
2	Umrechnung: $^{\circ}\text{F}$ in $^{\circ}\text{C}$ $^{\circ}\text{C}$ in $^{\circ}\text{F}$ fluid ounces in Liter Liter in fluid ounces U.S.Gallonen in Liter Liter in U.S.Gallonen Unzen in Gramm Gramm in Unzen engl.Pfund in Kilogramm Kilogramm in engl. Pfund	$^{\circ}\text{F}$ $^{\circ}\text{C}$ fl.oz. Liter Gallonen Liter Unzen Gramm engl.Pfund Kilogramm	A 2nd A B 2nd B C 2nd C D 2nd D E 2nd E	$^{\circ}\text{C}$ $^{\circ}\text{F}$ Liter fl.oz. Liter Gallonen Gramm Unzen Kilogramm engl.Pfund

Beispiel 1: Führen Sie folgende Umrechnungen durch:

410° in °C
 10 fluid ounces in Liter
 35 Unzen in Gramm
 122 engl. Pfund in Kilogramm
 100 Kilogramm in engl. Pfund

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
1	410	2nd °F/°C 25 A	210.	°F in °C	1	410. 210.
2	10	B	0.295735296	fl.oz in Liter	2	10. 0.295735296
3	35	D	992.2333096	oz in Gramm	3	35. 992.2333096
4	122	E	55.33826914	lb in kg	4	122. 55.33826914
5	100	2nd kg/lb	220.4622622	kg in lb	5	100. 220.4622622

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Beispiel 2: Rechnen Sie 6.2 engl.Pfund pro Gallone in Kilogramm pro Liter um.

REF.	EINGABE	TASTE	ANZEIGE	BEMERKUNGEN	AUSDRUCK* (WAHLWEISE)	
					REF.	DRUCK
1	6.2	2nd °F/°C 25 E	2.812272694	kg pro Gallone	1	6.2 2.812272694
2		2nd °C	.7429238494	kg pro Liter	2	2.812272694 .7429238494

*Den gezeigten Ausdruck erhält man bei Anwendung der Druckroutine von Programm 01.

Registerinhalt

Register werden nicht belegt.

ANHANG A: PROGRAMMKENNDA TEN

Programm- Nummer	Titel	Anz.d. Schritte	Belegung d.Datenreg.	Flags	SBR- Ebenen	Klammer- Ebene	Aufwurf v.Progr.	Sonder- Funktion.	Verw. Funktion.	Abs. Adresse	Fest- komma	EE* =	Winkel- einheit	Progr- Nr.
01	Software-Diagnose	189	0-6, 9	1	4	15	N/A	CP			9		Altgrad	01
02	Determinanten, Matrix Simultangleichungen	898	1-15 min.	2	1			X		X		ja		02
03	Matrixaddit.u.Multipl.	274	1-7 min.	1	1			X				ja		03
04	Komplexe Arithmetik	167	1-4	3	2	5	P/R	X					Rad	04
05	Komplexe Funktionen	119	1-4	2	2	4	P/R	X					Rad	05
06	Komplexe trig.F.unkt.	250	1-4	2	4	4,5	P/R	X			X		Rad	06
07	Polynomentwicklung	78	1-4	0	1			X						07
08	Nullstellen v.Funkt.	144	1-8	1	1	00		X						08
09	Simpsonsche Näherung (stetig)	118	1-5	1	1	00		X						09
10	Simpsonsche Näherung (unstetig)	123	1-9 min.	0	1			X						10
11	Dreiecksberechn.(1)	195	1-6	0-3	0	2						X		11
12	Dreiecksberechn.(2)	155	1-7	0	0	2								12
13	Kreisbogenberechnungen	188	1-4	0,1	1	3		CP					Rad	13
14	Normalverteilung	143	1-3	1	0	2		CP						14
15	Zufallszahlen- generator	136	1-11	1	3	1	$\Sigma+$	CP					Rad	15
16	Kombinationen, Varia- tionen, Fakultäten	132	1-4	1	1	0		X						16
17	Gleitende Durchschnitte	117	1-7 min.	1	0	1		X						17
18	Zinsseszinsen	171	1-4, 8, 9, 12	2	3			CP			2			18
19	Renten	509	1-14	1-4	3	3	18	X		X	2,4,9			19
20	Wochentag, Tage zwischen Daten	191	1-5	1	5			X						20
21	Hi-Lo	95	1-5, 9	1	4	15		X						21
22	Giro-u.Sparkontenführung	94	1-10	1	1	18		CP			2			22
23	Grad-Min-Sek.-Operat.	52	1	1	5		DMS				4			23
24	Umrechnung v.Maßeinh.(1)	96	-	1	1									24
25	Umrechnung von Maßeinh. Zeiger u. Zähler	(2)124 162	-	1	2									25

*Funktioniert nicht bei technischer Notation

NOTES

NOTES

NOTES

STILL

TEXAS INSTRUMENTS