

Otto Praxl

Wissenschaftliche HP-Taschenrechner im praktischen Einsatz

*Ein ausführliches Handbuch nicht nur für HP-Anfänger.**Einführung, Grundlagen, Rechnerfunktionen, Programmierung,
Praxisanwendungen, Beispiel-Programme.**2. Ausgabe*

Vorwort

Im Jahr 1999 erschienen auf meiner speziellen Webseite *HP49forum.de* meine ersten Beiträge über den damals neuen HP 49G. Mit den Besuchern dieser Webseite entwickelte sich ein reger E-Mail-Verkehr, sodass schließlich 243 registrierte Benutzer gezählt werden konnten, denen ich Fragen beantwortete.

Als mir der Aufwand für die Beantwortung der Fragen neben meiner Berufstätigkeit zu groß wurde, stellte ich diesen Dienst und die Webseite *HP49forum.de* ein, bot aber die Beiträge weiterhin auf der Praxelius-Homepage an. Diese Beiträge sind die Grundlage dieses Buches. Die bisher in den Beiträgen behandelten Themen wurden im Buch wesentlich erweitert und neue Themen kamen hinzu.

Der HP 49G ist aus dem HP 48GX entwickelt worden und hat inzwischen zwei Nachfolger bekommen, den HP 49g+ und den HP 50g.

Das Buch beschreibt alle vier genannten Modelle. Es führt sehr ausführlich Schritt für Schritt in den Gebrauch dieser HP-Taschenrechner ein und erläutert die Handhabung und Programmierung der Rechner in Theorie und Praxis anhand vieler Programmbeispiele. Der Leser sollte Besitzer eines der beschriebenen Rechner sein oder zumindest eine HP-Taschenrechner-Emulation auf dem Windows- oder MAC-PC verwenden.

Ein gewisses Vorwissen aus der Lektüre der Original-Handbücher wäre von Vorteil.

In diesem Buch werden aber nicht die Handbücher wiederholt, sondern diejenigen Anwenderprobleme ausführlich beschrieben, die in den Handbüchern nicht zufriedenstellend abgehandelt sind. Am besten lernt man die professionelle Handhabung des Taschenrechners durch Übung mit dem HP-Taschenrechner und durch Studium der mitgelieferten Handbücher. Diese sollten beim Durcharbeiten dieses Buches bereitliegen, damit an den angegebenen Stellen nachgeschlagen werden kann.

Die wichtigsten Original-Handbücher gibt es als PDF-Dokumente auf der mit dem jeweiligen Taschenrechner mitgelieferten CD-ROM und auf der Internetseite www.hp.com/calculators des Herstellers.

Anwendungen, Programme, Emulationen, Tools, Hinweise, Handbücher und vieles mehr über HP-Taschenrechner sind auch unter www.hpcalc.org zu finden.

Das Buch enthält am Anfang eine Kapitelübersicht und ein ausführliches Inhaltsverzeichnis. Im Anhang befinden sich das Literaturverzeichnis, das griechische Alphabet, das Bilderverzeichnis, das Formelverzeichnis, das Tabellenverzeichnis, das Verzeichnis der Learning Modules, ein detailliertes alphabetisches Sachverzeichnis und ein Kalender für das Jahr 2013.

Besonderer Dank posthum gebührt *Herrn Prof. Dr. Wolfgang Rautenberg* († 2011), der die meisten Tools für die wissenschaftlichen HP-Taschenrechner HP 48GX, HP 49G und HP 49g+ geschrieben hat.

In dieser 2. Ausgabe wurden die bisher bekannten Fehler berichtigt und einige Verbesserungen angebracht.

Ich wünsche den Leserinnen und Lesern viel Spaß beim Durcharbeiten des Buches.

Der Verfasser

Otto Praxl

Übersicht über Kapitel und Abschnitte

1	Einführung.....	19
1.1	Kennenlernen des neuen Taschenrechners.....	19
1.2	Notation.....	25
1.3	Rechneraufbau.....	32
1.4	Batterien und Akkus.....	35
1.5	Die ersten Schritte mit dem neuen Taschenrechner.....	39
1.6	Kommunikation über Schnittstellen.....	47
1.7	Serielle Schnittstellen am HP.....	53
2	Grundfunktionen.....	64
2.1	Programmierung des HP-Taschenrechners.....	64
2.2	Systemflags.....	68
2.3	Benutzerflags.....	78
2.4	Arbeiten mit Flags.....	79
2.5	Objekttypen.....	84
2.6	Der Stack.....	86
2.7	Zeichensätze auf HP und PC.....	96
2.8	Zeichenketten und Texte.....	102
2.9	Benutzerdefinierte Menüs.....	110
2.10	Arbeiten mit Menüs.....	118
2.11	Tastatur und Tastenbelegungen.....	125
2.12	Tasten und Tastenfunktionen.....	131
2.13	Globale Variablen.....	135
2.14	Reservierte Variablen.....	136
2.15	Lokale Variablen.....	139
2.16	Portspeicher.....	144
2.17	Die SD-Karte im HP (Port :3:).....	149
2.18	Erzeugung von Bibliotheken.....	151
2.19	Entwicklungsbibliothek 256.....	156
2.20	Arbeiten mit Bibliotheken.....	159
2.21	Einheiten.....	162
3	Mathematische Funktionen.....	172
3.1	Zahlensysteme auf dem HP.....	172
3.2	Die Summenfunktion.....	177
3.3	Die Integralfunktion.....	181
3.4	Der DEFINE-Befehl.....	184
3.5	Lösen von Gleichungen mit ISOL und SOLVE.....	187
3.6	Lösen von Gleichungen durch Iteration.....	194
3.7	Gleichungsbibliothek und Gleichungslöser.....	196
3.8	Lineare Gleichungssysteme.....	204
3.9	Koordinatensysteme.....	209
3.10	Vektoren und Matrizen.....	214
3.11	Parallelverarbeitung mit Listen.....	218
3.12	Mathematische Grenzen des HP-Taschenrechners.....	219
4	Zusatzfunktionen.....	223
4.1	Batterieschoner.....	223
4.2	System-Notdienst.....	224
4.3	Tools.....	227

4.4	Kleine Helferlein	235
5	Zeitfunktionen	237
5.1	HP-Systemuhr	237
5.2	Datumsfunktionen	238
5.3	Uhrzeitfunktionen.....	240
5.4	Justieren der Systemuhr	250
6	Musik auf dem HP-Taschenrechner.....	262
6.1	Einige Grundlagen der Musiktheorie	262
6.2	HP-Tongenerator	264
6.3	Programme zur Erzeugung der Einzeltöne.....	269
6.4	Programmieren einer monophonen Melodie	269
6.5	Musikverzeichnis auf dem HP	270
6.6	Erzeugung polyphoner Melodien	273
7	Grafikfunktionen	273
7.1	Einleitung	273
7.2	Grundlagen der Taschenrechnergrafik	273
7.3	Sichern und Anzeigen von Grafiken	275
7.4	Grafik-Programmierbeispiel „Monatskalender“	277
7.5	Plotten von Graphen.....	278
8	Praktische Anwendungen	279
8.1	Ingenieur Anwendungen	279
8.2	Dreiecksberechnungen	280
8.3	Kreisberechnungen.....	280
8.4	Der HP-Taschenrechner in der Astronomie	280
9	Anhang	281
9.1	Literaturangaben.....	281
9.2	Learning Modules	282
9.3	Ergänzungsbeiträge	283
9.4	HP-Taschenrechnerprogramme.....	284
9.5	Kalender für das Jahr 2013.....	285
9.6	Das griechische Alphabet.....	286
9.7	Bilderverzeichnis.....	287
9.8	Tabellenverzeichnis.....	290
9.9	Formelverzeichnis	292
9.10	Alphabetisches Sachverzeichnis (Index).....	293

Ausführliches Inhaltsverzeichnis

1	Einführung.....	19
1.1	Kennenlernen des neuen Taschenrechners.....	19
1.1.1	<i>Auspacken und auf Vollständigkeit prüfen.....</i>	19
1.1.2	<i>Die programmierbaren HP-Grafik-Taschenrechner</i>	19
1.1.2.1	<i>Der HP 48GX und der HP 49G</i>	20
1.1.2.2	<i>Der HP 49g+ und der HP 50g.....</i>	21
1.1.3	<i>Handbücher.....</i>	22
1.1.4	<i>Die Kompatibilität zum HP 48GX.....</i>	22
1.1.5	<i>Die Datenübertragung zu anderen Rechnern</i>	23
1.1.6	<i>Betriebssystem-Update.....</i>	23
1.1.7	<i>Innenansicht des HP 49G.....</i>	24
1.2	Notation.....	25
1.2.1	<i>Schreibweise der Bezeichnungen</i>	25
1.2.2	<i>Englische Bezeichnungen.....</i>	26
1.2.3	<i>Beschriftungen auf den Tasten und auf dem Gehäuse</i>	26
1.2.4	<i>Farbige Umschalttasten (Shift-Tasten).....</i>	26
1.2.4.1	<i>Links-Umschalttaste</i>	26
1.2.4.2	<i>Rechts-Umschalttaste</i>	26
1.2.4.3	<i>ALPHA-Taste</i>	26
1.2.5	<i>Tasten und Tastatur.....</i>	27
1.2.5.1	<i>Begriff: Tastendruck.....</i>	27
1.2.5.2	<i>Begriff: Tastenfolge.....</i>	27
1.2.5.3	<i>Begriff: Tastenkombination.....</i>	27
1.2.5.4	<i>Funktionstasten und Funktionsaufrufe.....</i>	28
1.2.5.5	<i>Fettdruck im Text</i>	28
1.2.5.6	<i>Doppelklick oder Longpress mit den Tasten.....</i>	28
1.2.6	<i>Menütasten, Menüfelder und Menüfunktionen.....</i>	29
1.2.7	<i>Verzeichnisnamen, Menü-Namen, Reiter.....</i>	30
1.2.8	<i>Reihe1-Funktionen</i>	30
1.2.9	<i>Sondertaste [ON].....</i>	30
1.2.10	<i>Cursortasten.....</i>	31
1.2.11	<i>Funktionsaufrufe über Befehle</i>	31
1.2.12	<i>Zusammenfassung</i>	31
1.3	Rechneraufbau.....	32
1.3.1	<i>Betriebssystem.....</i>	32
1.3.2	<i>Prozessoren Saturn und ARM</i>	32
1.3.3	<i>Anzeige</i>	32
1.3.4	<i>Tasten.....</i>	33
1.3.5	<i>Speicher des HP 49G/49g+/50g</i>	33
1.3.5.1	<i>Benutzerspeicher</i>	33
1.3.5.2	<i>Portspeicher</i>	33
1.3.5.3	<i>SD-Speicherkarte</i>	34
1.3.6	<i>Betriebseinstellungen</i>	34
1.3.7	<i>Objektnamen und Verzeichnisse.....</i>	34
1.4	Batterien und Akkus.....	35
1.4.1	<i>Batterietyp</i>	35
1.4.2	<i>Batterien einlegen</i>	35
1.4.3	<i>Batterie-Alarm.....</i>	36
1.4.4	<i>Batteriewechsel</i>	36

1.4.5	Batteriepflege	36
1.4.6	Aufladbare Batterien (Akkus).....	37
1.4.7	Besondere Voraussetzungen bei Verwendung von Akkus	38
1.5	Die ersten Schritte mit dem neuen Taschenrechner	39
1.5.1	Einschalten des Rechners.....	39
1.5.2	Ausschalten des Rechners	39
1.5.3	Der dreigeteilte Bildschirm.....	39
1.5.4	Helligkeit und Kontrast des Bildschirms einstellen	40
1.5.5	Headeranzeige einstellen	40
1.5.6	Indikatoren (Statusanzeigen).....	40
1.5.6.1	Hardware- Indikatoren	40
1.5.6.2	Software-Indikatoren.....	41
1.5.7	Unsere ersten Berechnungen.....	42
1.5.7.1	Erster Versuch, etwas zu berechnen.....	42
1.5.7.2	Der ALG-Modus.....	43
1.5.7.3	Der RPN-Modus.....	44
1.5.7.4	Das Prinzip von RPN	45
1.5.7.5	Formelausdruck berechnen.....	45
1.6	Kommunikation über Schnittstellen.....	47
1.6.1	Infrarot-Schnittstelle (IR).....	47
1.6.2	Serielle RS232-Schnittstelle (COM-Anschluss)	47
1.6.3	USB-Schnittstelle.....	48
1.6.4	Externe Speichermedien.....	48
1.6.5	Kommunikations-Software	48
1.6.6	Verbindung des HP mit dem PC	49
1.6.6.1	Verbindungsnutzung.....	49
1.6.6.2	Geschwindigkeit	50
1.6.7	Kurzanleitung zur Kommunikation HP - PC.....	50
1.6.8	Datenimport ohne USB	52
1.6.9	Zwei HP-Taschenrechner gleichzeitig am PC	53
1.7	Serielle Schnittstellen am HP	53
1.7.1	Vorbemerkungen	53
1.7.2	RS232-Druckerschnittstelle.....	53
1.7.2.1	Seriell Verbindungskabel.....	54
1.7.2.2	Signale der seriellen RS232-Schnittstelle	54
1.7.3	Kein Drucken vom HP 49g+/50g über USB möglich	54
1.7.4	USB/RS232-Adapter.....	55
1.7.5	Tool IOMAN (I/O-Manager).....	55
1.7.6	Druckbefehle des HP-Taschenrechners	56
1.7.7	Konfiguration der Schnittstellen	57
1.7.8	I/O-Parameter in IOPAR beim HP 48GX/49G.....	57
1.7.8.1	Baudrate	57
1.7.8.2	Paritätsprüfung	57
1.7.8.3	Daten-Handshake über Steuerleitungen	58
1.7.8.4	Daten-Handshake über XON/XOFF-Protokoll.....	58
1.7.8.5	Checksumme.....	59
1.7.8.6	Translationsmodus	59
1.7.9	Übertragungszeit.....	60
1.7.10	Druckparameter in PRTPAR auf dem HP 48GX/49G	60
1.7.10.1	Relay time (Verzögerungszeit)	60
1.7.10.2	Remap.....	60

1.7.10.3	Zeilenlänge (line length)	62
1.7.10.4	Zeilenende (line termination)	62
1.7.11	Eingabe der Konfigurationsdaten	62
1.7.12	I/O-Parameter beim Drucker	62
1.7.13	Einstellungen der Flags beim HP 49G	63
1.7.14	Stromverbrauch beim Drucken	63
2	Grundfunktionen	64
2.1	Programmierung des HP-Taschenrechners	64
2.1.1	Programmieren lernen	64
2.1.2	Die vier Programmiersprachen der HP-Taschenrechner	65
2.1.2.1	HP-Basic	65
2.1.2.2	Benutzer-RPL (User-RPL)	66
2.1.2.3	System-RPL	66
2.1.2.4	Assembler	67
2.2	Systemflags	68
2.2.1	Tabelle der Systemflags	68
2.2.2	Nebentabellen	77
2.2.2.1	Systemflags -5 bis -10 (Binäre Wortlänge)	77
2.2.2.2	Systemflags -11 und -12 (Binärganzzahlen-Modus)	77
2.2.2.3	Systemflags -15 und -16 (Koordinatensystem)	77
2.2.2.4	Systemflags -17 und -18 (Winkelmodus)	77
2.2.2.5	Systemflags -45 bis -48 (Nachkommastellen)	78
2.2.2.6	Systemflags -49 und -50 (Darstellung reeller Zahlen)	78
2.3	Benutzerflags	78
2.4	Arbeiten mit Flags	79
2.4.1	Was sind Flags?	79
2.4.2	Flags abfragen, setzen und löschen	79
2.4.3	Zustandsanzeige der Flags	79
2.4.4	Sichern und Setzen aller Flags	81
2.4.4.1	Mit RCLF und STOF	81
2.4.4.2	Mit PUSH und POP	82
2.4.5	Programme für das Flag-Management	82
2.4.6	Hinweis	84
2.5	Objekttypen	84
2.6	Der Stack	86
2.6.1	Was ist ein Stack?	86
2.6.2	Was steht in den HP-Handbüchern über den Stack?	88
2.6.3	Anschauliches Beispiel eines Stacks	88
2.6.4	Der Stack des HP	88
2.6.5	Die Befehlszeile und der Befehlszeileneditor	89
2.6.5.1	Eingabe	89
2.6.5.2	Befehle	89
2.6.5.3	Editieren	89
2.6.5.4	Starten der Befehlszeile	90
2.6.5.5	Befehlszeilen-Operationen	90
2.6.6	Die Stackbefehle des HP	90
2.6.7	Der Interaktive Stack	93
2.6.7.1	Start und Beendigung	93
2.6.7.2	Menü	94
2.6.7.3	Beschreibung der Menü-Funktionen	94

2.6.8	Sichern des Stacks	95
2.6.8.1	Sichern aller Stackinhalte	95
2.6.8.2	Zurückholen der gesicherten Inhalte in den Stack	96
2.6.8.3	Löschen der Sicherung	96
2.7	Zeichensätze auf HP und PC	96
2.7.1	Der HP-Zeichensatz	96
2.7.2	Zeichendarstellung auf dem HP-Bildschirm	96
2.7.3	Zeichendarstellung auf dem PC-Bildschirm	97
2.7.4	Editieren von HP-Programmen auf dem PC	98
2.7.4.1	Mit TrueType-Zeichensatz	98
2.7.4.2	Ohne besonderen Zeichensatz (nach Translation)	99
2.7.5	Einstellungen für die Datenübertragung	99
2.7.6	Quellcode für HP-Programme auf dem PC	99
2.7.7	Hinweise zur Datenübertragung	99
2.7.7.1	ASCII-Programmtexte	99
2.7.7.2	Binäre HP-Programme	100
2.7.7.3	Syntaxprüfung	100
2.7.7.4	Texteditor	100
2.7.7.5	„Invalid Name“	101
2.7.7.6	Kommentare im Quelltext des HP-Programms	101
2.8	Zeichenketten und Texte	102
2.8.1	Definition „String“	102
2.8.2	Die Stringbefehle des HP	103
2.8.3	Stringspezifische Wirkung mancher Befehle	103
2.8.3.1	Verkettung durch „+“	103
2.8.3.2	Negieren der Bits durch NOT	104
2.8.3.3	Verknüpfen der Bits durch OR, AND und XOR	105
2.8.4	Befehle im String-Menü	106
2.8.4.1	SUB = Substring extrahieren	106
2.8.4.2	REPL = Substring einbauen oder anhängen	106
2.8.4.3	POS = Position eines Substrings im String ermitteln	107
2.8.4.4	SIZE = Länge eines Strings ermitteln	107
2.8.4.5	NUM = ASCII-Code für ein Zeichen ausgeben	107
2.8.4.6	CHR = zum ASCII-Code das zugehörige Zeichen ermitteln	108
2.8.4.7	OBJ→ = Objekt in seine Komponenten zerlegen	108
2.8.4.8	→STR = Objekt in einen String verwandeln	108
2.8.4.9	HEAD = erstes Zeichen eines Strings ausgeben	108
2.8.4.10	TAIL = erstes Zeichen wegnehmen und Rest des Strings anzeigen	108
2.8.4.11	SREPL = String suchen und ändern	108
2.8.5	String-Befehle in der Bibliothek LIB 256	109
2.8.5.1	S~N = Objektnamen in einen String umwandeln und umgekehrt	109
2.8.5.2	SREV = Zeichenreihenfolge in einem String umkehren	109
2.8.6	Stringbearbeitung per Programm	110
2.9	Benutzerdefinierte Menüs	110
2.9.1	Verschiedene Menüs	110
2.9.2	Standard-Menüformen	110
2.9.3	Globale benutzerdefinierte Menüs (Custom-Menüs)	111
2.9.3.1	Custom-Menü CST	111
2.9.3.2	Struktur von CST	112
2.9.3.3	Menüs	113
2.9.3.4	Einsatz des Custom-Menüs	114

2.9.4	<i>Benutzerdefiniertes Einheitenmenü als Sonderfall</i>	114
2.9.5	<i>Temporäre Menüs</i>	115
2.9.6	<i>Erstellen einer Auswahlbox (CHOOSE-Menü)</i>	116
2.9.7	<i>Erstellen von Eingabefeldern mit INFORM</i>	117
2.10	<i>Arbeiten mit Menüs</i>	118
2.10.1	<i>Globale und temporäre Menüs</i>	118
2.10.2	<i>Eingebaute Menüs</i>	118
2.10.3	<i>Bibliotheksmenüs</i>	119
2.10.4	<i>Kennzeichnung der Menüs und Bibliotheken</i>	119
2.10.5	<i>Bibliotheksnummer als Menünummer</i>	119
2.10.6	<i>Menü auswählen und anzeigen</i>	119
2.10.7	<i>Woher weiß ich diese Nummern?</i>	120
2.10.7.1	<i>Nummernermittlung</i>	120
2.10.7.2	<i>Was steht in den Handbüchern über Menüs?</i>	121
2.10.8	<i>Hinweis für temporäre Menüs</i>	121
2.10.9	<i>Nicht über Tastatur auswählbare Menüs</i>	122
2.10.10	<i>Nummernlose Menüs</i>	122
2.10.11	<i>Menüs im Schnellzugriff per Tastatur</i>	123
2.10.12	<i>Menüverwendung in Programmen</i>	124
2.11	<i>Tastatur und Tastenbelegungen</i>	125
2.11.1	<i>Mehrfachbelegung der Tasten</i>	125
2.11.2	<i>Standard-Tastenbelegung</i>	126
2.11.3	<i>Erzeugen und Verwalten einer Benutzertastatur</i>	126
2.11.4	<i>Tastenkennungen</i>	126
2.11.5	<i>Programm zur Anzeige der Tastenkennung</i>	127
2.11.6	<i>Zuordnen eines Objekts zu einer Taste</i>	127
2.11.7	<i>Aufhebung der Zuordnung eines Objekts zu einer Taste</i>	128
2.11.8	<i>Sichern einer Tastenbelegung</i>	128
2.11.9	<i>Aktivieren einer gespeicherten Tastenbelegung</i>	128
2.11.10	<i>Löschen von Tastenbelegungen</i>	128
2.11.11	<i>USER-Modus</i>	129
2.11.12	<i>Tastebefehle in Programmen</i>	129
2.11.13	<i>KEYTIME auf dem HP-Taschenrechner</i>	130
2.11.14	<i>System-Tastatur</i>	131
2.11.15	<i>Tastaturmanager KEYMAN</i>	131
2.12	<i>Tasten und Tastenfunktionen</i>	131
2.12.1	<i>Undokumentierte Funktionen des HP</i>	131
2.12.2	<i>Tastebefehle</i>	131
2.12.3	<i>Funktionen der Reihe 1</i>	132
2.12.4	<i>Tabelle der (meist undokumentierten) Tastenfunktionen</i>	132
2.13	<i>Globale Variablen</i>	135
2.13.1	<i>Anlegen einer globalen Variablen</i>	135
2.13.2	<i>Beispiel</i>	135
2.14	<i>Reservierte Variablen</i>	136
2.15	<i>Lokale Variablen</i>	139
2.15.1	<i>Einleitung</i>	139
2.15.2	<i>Vorteile von lokalen Variablen</i>	140
2.15.3	<i>Erzeugen von lokalen Variablen</i>	140
2.15.4	<i>Auswertung der Variablen während des Programmlaufs</i>	141
2.15.5	<i>Unterprogramme</i>	142
2.15.6	<i>Kompilierte Variablen</i>	143

2.15.7	Übergabe der Argumente durch kompilierte Variablen	143
2.15.8	Einschränkungen.....	144
2.16	Portspeicher.....	144
2.16.1	Was sind Portspeicher?.....	144
2.16.2	Portspeicher im HP 48GX.....	145
2.16.3	Portspeicher im HP 49G/49g+/50g.....	145
2.16.4	Wie arbeitet man mit den Portspeichern?.....	146
2.16.4.1	Sicherung für Einzeldateien (Objekte).....	146
2.16.4.2	Sicherung für Programme.....	146
2.16.4.3	Sicherung für Verzeichnisse.....	146
2.16.4.4	Sicherung des gesamten Benutzerspeichers (Systemsicherung).....	146
2.16.4.5	Heimatort für Bibliotheken.....	147
2.16.5	Sichern des Portspeicherinhalts.....	147
2.16.6	Probleme beim Überprüfen von Backups.....	148
2.16.7	Wiederherstellen eines gespeicherten Systemzustandes	148
2.17	Die SD-Karte im HP (Port :3:).....	149
2.17.1	Einleitung	149
2.17.2	Offizielle Dokumentation von HP	149
2.17.3	Formatieren der SD-Karte	149
2.17.3.1	Formatieren auf dem PC.....	149
2.17.3.2	Formatieren im HP-Taschenrechner	149
2.17.4	Anlegen einer Verzeichnisstruktur in Port :3:.....	150
2.17.5	Löschen von Verzeichnissen in Port :3: nicht möglich.....	150
2.17.6	Dokumentation, Tools und Backup auf der Speicherkarte.....	151
2.17.6.1	Fremddaten auf der SD-Karte.....	151
2.17.6.2	Schreibschutzschalter der SD-Karte	151
2.18	Erzeugung von Bibliotheken.....	151
2.18.1	Der eingebaute Bibliotheks-Erzeuger (Library Creator).....	151
2.18.2	Definitionsvariablen anlegen	152
2.18.2.1	Die Definitionsvariable \$VISIBLE.....	153
2.18.2.2	Die Definitionsvariable \$HIDDEN.....	153
2.18.2.3	Die Definitionsvariable \$VARS.....	153
2.18.3	Aktivieren und Aufruf von CRLIB	153
2.18.4	Bemerkungen zum Speichern und Anbinden	154
2.18.4.1	Speichern der Bibliothek	154
2.18.4.2	Bibliothek anbinden (aktivieren).....	154
2.18.4.3	Welche Bibliotheken sind angebunden?.....	154
2.18.4.4	Bibliothek abhängen (deaktivieren).....	154
2.18.4.5	Aktuelles Verzeichnis (Arbeitsverzeichnis)	154
2.18.5	Speichern und Anbinden der erzeugten Bibliothek	155
2.18.6	Bibliotheksbefehle im Katalog [CAT].....	155
2.18.7	Bibliothek erzeugen mit den Operating Tools OT49.....	155
2.18.7.1	Bibliothek erzeugen mit D↔L.....	155
2.18.7.2	Bibliothek splitten mit D↔L	156
2.19	Entwicklungsbibliothek 256.....	156
2.19.1	Liste der Befehle.....	156
2.19.2	Aufrufe.....	158
2.20	Arbeiten mit Bibliotheken.....	159
2.20.1	Bibliotheken auf dem HP 48GX	159
2.20.2	Bibliotheken auf dem HP 49G.....	159
2.20.3	Bibliotheken auf dem HP 49g+.....	159

2.20.4	Bibliotheken auf dem HP 50g.....	160
2.20.4.1	LIB 229 (Periodic Table)	160
2.20.4.2	LIB 226 und 227 (Gleichungsbibliothek).....	161
2.20.5	Installierbare Bibliotheken.....	161
2.20.6	Longfloat Library LIB 902	161
2.21	Einheiten.....	162
2.21.1	Gesetzliche Einheiten	162
2.21.2	Vorsätze und Vorsatzzeichen (Präfixe)	163
2.21.3	Das Einheitensystem des HP	163
2.21.3.1	Das Einheitenobjekt	163
2.21.3.2	Rechnen mit Einheiten und Konstanten	164
2.21.3.3	Benutzerdefinierte Einheiten erzeugen.....	164
2.21.4	Flageinstellungen.....	164
2.21.5	Das Arbeiten mit Einheiten	164
2.21.5.1	Erzeugen eines Einheitenobjekts.....	164
2.21.5.2	Einheiten-Konvertierung.....	164
2.21.5.3	Abtrennen des Wertes aus einem Einheitenobjekt.....	165
2.21.6	Das Erzeugen von benutzerdefinierten Einheiten	165
2.21.6.1	Definieren von Währungseinheiten.....	166
2.21.7	Arbeiten mit dem Währungsmenü	169
2.21.8	Erweitern eines benutzerdefinierten Menüs	170
2.21.9	Der Einheiten-Manager UNITMAN.....	170
2.21.10	Beschränkungen für Einheitennamen.....	170
2.21.11	Zugriff auf Einheiten-Menüs per Programm.....	171
3	Mathematische Funktionen	172
3.1	Zahlensysteme auf dem HP	172
3.1.1	Reelle Zahlen (Dezimalzahlen)	172
3.1.2	Binärganzzahlen.....	172
3.1.3	Große ganze Zahlen (große Integer).....	173
3.1.3.1	Ganzzahlen mit vielen Dezimalstellen.....	173
3.1.3.2	Unterschied zwischen Binärganzzahlen und großen Integerzahlen	173
3.1.3.3	Zahlendarstellung auf dem HP-Bildschirm.....	173
3.1.3.4	Integerfunktionen	174
3.1.3.5	Einstellungen.....	174
3.1.3.6	Bildschirmdarstellung	174
3.1.3.7	Beispiele für Integer-Arithmetik.....	175
3.1.3.8	Beispiel: Passwortberechnung	176
3.1.4	Primzahlfunktionen	176
3.1.5	Hochgenaue reelle Zahlen	177
3.2	Die Summenfunktion	177
3.2.1	Die mathematische Schreibweise	177
3.2.2	Beispiel.....	177
3.2.2.1	RPN-Modus	178
3.2.2.2	ALG-Modus	179
3.2.3	Berechnung von Potenzreihen.....	179
3.3	Die Integralfunktion	181
3.3.1	Einleitung	181
3.3.1.1	Bestimmtes Integral.....	181
3.3.1.2	Unbestimmtes Integral	181
3.3.2	Aufruf der Integralfunktion	182

3.3.3	Beispiel im RPN-Modus	182
3.3.4	ALG-Modus	183
3.3.5	Die Ableitung einer Funktion	183
3.4	Der DEFINE-Befehl	184
3.4.1	Notation	184
3.4.2	Beschreibung des Befehls	184
3.4.3	Flags	184
3.4.4	Beispiel Pythagoras	185
3.4.5	Anwendung der benutzerdefinierten Funktionen	186
3.4.5.1	ALG-Modus (Flag -95 = 1):	186
3.4.5.2	RPN-Modus (Flag -95 = 0):	186
3.5	Lösen von Gleichungen mit ISOL und SOLVE	187
3.5.1	Einleitung	187
3.5.2	Einstellung der Flags	187
3.5.3	Der Befehl ISOL (SOLVE)	188
3.5.3.1	Aufruf im RPN-Modus	188
3.5.3.2	ALG-Modus	191
3.5.4	Die Funktion FACTOR	191
3.5.5	Besonderheiten der Gleichung aus Beispiel 2	192
3.6	Lösen von Gleichungen durch Iteration.	194
3.6.1	Aufgabe	194
3.6.2	Lösung	194
3.6.3	Kontrollberechnung	195
3.7	Gleichungsbibliothek und Gleichungslöser	196
3.7.1	Einleitung	196
3.7.2	Gleichungsbibliothek EQL+ als Tool für den HP 49G	196
3.7.3	Die Auswahlmenüs	197
3.7.4	Der Gleichungs-Selektor	197
3.7.4.1	Das Konstanten-Menü	198
3.7.4.2	Das Solver-Menü	199
3.7.5	Ausführliches Berechnungsbeispiel	200
3.7.5.1	Gleichungen auswählen	200
3.7.5.2	Solver aufrufen	200
3.7.5.3	Einheiten initialisieren	201
3.7.6	Lösen der Gleichungen und Anzeigen der Ergebnisse	202
3.7.6.1	Neue Berechnung (mit neuen Werten)	202
3.7.6.2	Erster Durchlauf	202
3.7.6.3	Zweiter Durchlauf zur Berechnung von Varianten	203
3.7.7	Verlassen des Solvers	203
3.7.8	Ergebnisse interpretieren und Lösungen überprüfen	204
3.8	Lineare Gleichungssysteme	204
3.8.1	Der Befehl LINSOLVE	205
3.8.1.1	Wie ging das mit LINSOLVE gleich wieder?	205
3.8.1.2	Erläuterung der Tabelle	205
3.8.2	Was ist eine symbolische Lösung?	206
3.8.3	Was ist eine numerische Lösung?	206
3.8.4	Beispiele	206
3.8.5	Ein Beispiel für eine rein symbolische Lösung	209
3.8.6	Berechnungsdauer für symbolischen Lösungen	209
3.9	Koordinatensysteme	209
3.9.1	Bezeichnungen und Begriffe	209

3.9.1.1	Definition eines orthogonalen Rechtssystems:.....	210
3.9.1.2	Formelzeichen	210
3.9.2	Koordinatenmodus	211
3.9.3	Winkelmodus	211
3.9.4	2D-Koordinaten	211
3.9.5	3D-Koordinaten	212
3.10	Vektoren und Matrizen.....	214
3.10.1	Einleitung	214
3.10.1.1	Vektoren	214
3.10.1.2	Matrizen	214
3.10.1.3	n-Tupel	214
3.10.1.4	Lehrbücher über Matrizen und Vektoren	214
3.10.2	Darstellung von Vektoren.....	215
3.10.2.1	Mathematische Darstellung	215
3.10.2.2	Darstellung auf dem HP.....	215
3.10.3	Matrizenrechnung auf dem HP	217
3.11	Parallelverarbeitung mit Listen	218
3.12	Mathematische Grenzen des HP-Taschenrechners	219
3.12.1	Einleitung	219
3.12.2	Zu große Zahlen	219
3.12.3	Beispiel: Berechnung einer zu großen Zahl.....	220
3.12.3.1	Berechnung mit Potenzfunktion im exakten Modus	220
3.12.3.2	Berechnung mit Potenzfunktion im Näherungsmodus	220
3.12.3.3	Berechnung als reelle Zahl über Logarithmen (mit Bordmitteln).....	220
3.12.3.4	Berechnung mit Potenzfunktion(mit Longfloat-Tool)	221
3.12.3.5	Berechnung als reelle Zahl über Logarithmen (mit Longfloat-Tool)	222
3.12.3.6	Ergebnisbeurteilung	222
4	Zusatzfunktionen	223
4.1	Batterieschoner	223
4.2	System-Notdienst	224
4.2.1	Der HP reagiert nicht mehr	224
4.2.2	Der HP braucht zu lange	224
4.2.3	System-Operationen	224
4.2.3.1	Warmstart mit Tastenkombination [ON]&[F3].....	224
4.2.3.2	Warmstart ohne Tastatur	225
4.2.3.3	Kaltstart mit Tastenkombination [ON]&[F1]&[F6].....	225
4.2.3.4	Systemtests.....	225
4.2.4	Zu wenig Speicherplatz	226
4.2.5	Invalid Card Data	226
4.2.6	Notbremsen.....	226
4.2.6.1	Befehl für Systemoperation abbrechen vor Loslassen der [ON]-Taste	226
4.2.6.2	Abbruch einer Systemoperation durch [Longhold-Backspace]	226
4.3	Tools.....	227
4.3.1	Einleitung	227
4.3.2	„Third-Party Tools“ für den HP	227
4.3.3	Warnung	228
4.3.4	Dank an alle Autoren	228
4.3.5	Professor Rautenberg's HP 49G/49g+ Tools	228
4.3.5.1	Packen und Entpacken mit BZT	229
4.3.5.2	Packen - Entpacken: Vorgang.....	229

4.3.5.3	<i>Selbstentpackende Archive</i>	230
4.3.5.4	<i>Selbststartende Programme</i>	230
4.3.5.5	<i>Verzeichnisse packen und entpacken</i>	231
4.3.5.6	<i>Einheiten erzeugen und verwalten mit UNITMAN</i>	231
4.3.5.7	<i>Tastatur maßschneidern mit KEYMAN</i>	231
4.3.5.8	<i>Bibliotheken erzeugen und zerlegen mit D\leftrightarrowL</i>	232
4.3.5.9	<i>Verstecken und wieder anzeigen mit Hide</i>	232
4.3.5.10	<i>Verstecken (hide)</i>	232
4.3.5.11	<i>Verstecktes wieder anzeigen (unhide)</i>	233
4.3.6	<i>Vor dem Experimentieren mit Tools</i>	233
4.3.6.1	<i>Sichern des Benutzerspeichers mit ARCH2 und ARCH3</i>	233
4.3.6.2	<i>Beschreibung von ARCH2 und ARCH3</i>	234
4.3.6.3	<i>Rückspeichern der Inhalte des Benutzerspeichers</i>	234
4.4	<i>Kleine Helferlein</i>	235
4.4.1	<i>Zeitanzeige ein- und ausschalten</i>	235
4.4.2	<i>Speicher aufräumen (defragmentieren)</i>	235
4.4.3	<i>Stackinhalt speichern und zurückholen</i>	235
4.4.4	<i>Tastenkennung ermitteln</i>	236
4.4.5	<i>Tastenummer ermitteln</i>	236
4.4.6	<i>Anzeige des aktuellen Bildes in PICT</i>	236
5	Zeitfunktionen	237
5.1	<i>HP-Systemuhr</i>	237
5.1.1	<i>Der interne Takt</i>	237
5.1.2	<i>Zeitfunktionen im mitgelieferten Handbuch</i>	237
5.1.3	<i>Menü TIME</i>	237
5.2	<i>Datumsfunktionen</i>	238
5.2.1	<i>Datum als Dezimalzahl</i>	238
5.2.2	<i>Historisch bedingte Grenzen</i>	239
5.2.3	<i>Astronomische Zeitberechnungen</i>	239
5.2.4	<i>Gültiger Eingabebereich für das Systemdatum</i>	240
5.2.5	<i>Rechnen mit Datum und Tagen</i>	240
5.3	<i>Uhrzeitfunktionen</i>	240
5.3.1	<i>Eingabe und Ausgabe der Uhrzeit</i>	241
5.3.2	<i>Laufende Anzeige von Datum und Uhrzeit</i>	241
5.3.3	<i>Umschaltung der Uhrzeitanzeige</i>	242
5.3.3.1	<i>Tool: ACC = (analog clock + calendar)</i>	242
5.3.4	<i>Rechnen mit Uhrzeiten und Zeiträumen</i>	243
5.3.4.1	<i>Summen und Differenzen von Uhrzeiten oder Zeiträumen</i>	243
5.3.4.2	<i>Umrechnung in dezimale Stundenbruchteile</i>	243
5.3.4.3	<i>Umrechnung von Altgrad, Minuten und Sekunden in dezimale Altgrad und umgekehrt</i>	244
5.3.5	<i>Tricks mit den Ticks</i>	244
5.3.5.1	<i>Ausgabe der Ticks</i>	244
5.3.5.2	<i>Formel für die Umrechnung von Datum und Uhrzeit in Ticks</i>	245
5.3.5.3	<i>Datum und Uhrzeit in Ticks umrechnen mit Programm DUT</i>	246
5.3.5.4	<i>Ticks in Datum und Uhrzeit umrechnen mit Programm TDU</i>	246
5.3.5.5	<i>Ticks in Datum und Uhrzeit umrechnen mit Programm TIDU</i>	247
5.3.5.6	<i>Rechnen mit Ticks</i>	248
5.3.6	<i>Korrigieren der Uhrzeit</i>	248
5.3.7	<i>Ausgabe von Datum, Uhrzeit und Wochentag</i>	249

5.3.8	Alarmfunktionen.....	249
5.4	Justieren der Systemuhr	250
5.4.1	Methode der Justierung.....	250
5.4.1.1	Korrektur der Uhrzeit und Justierung der Ganggenauigkeit.....	251
5.4.1.2	Bemerkungen zum Vorgang	252
5.4.1.3	Bemerkungen zur Ganggenauigkeit	252
5.4.1.4	Praktisches Beispiel für die erstmalige Justierung (Grobjustierung).....	253
5.4.2	Schaltuhr-Programm zu Schritt 8	254
5.4.2.1	Erläuterung des Schaltuhr-Programms	254
5.4.2.2	Aufgabe des Schaltuhr-Alarms.....	254
5.4.2.3	Prinzip der Justierung.....	255
5.4.3	Kontrollieren und Korrigieren der Ganggenauigkeit	256
5.4.4	Zeitumstellung	256
5.4.5	Justierprogramm JUST.....	257
5.4.5.1	Installation	257
5.4.5.2	Vorbereitungen des HP für die Justierung:	257
5.4.5.3	Automatische Justierung einrichten	258
5.4.5.4	Anpassen des Schaltuhr-Alarms.....	258
5.4.5.5	Korrigieren und Justieren der Uhrzeit.....	259
5.4.5.6	Beschreibung des Vorgangs	259
5.4.5.7	Kurz-Anleitung für Justierung per Programm	261
5.4.6	Andere Tools zur Justierung	261
5.4.6.1	TIMEMAN	261
5.4.6.2	ClckAdjst v3.0.....	261
6	Musik auf dem HP-Taschenrechner.....	262
6.1	Einige Grundlagen der Musiktheorie	262
6.1.1	Das Tonsystem der Zwölftonmusik.....	262
6.1.2	Theorie der temperierten Stimmung.....	263
6.1.3	Einstellen der temperierten Stimmung am Instrument	263
6.2	HP-Tongenerator	264
6.2.1	Befehlssyntax für Tonerzeugung durch BEEP	264
6.2.2	Stufenweise Tonerzeugung mit BEEP	265
6.2.3	Testprogramm für den Tongenerator.....	265
6.2.4	Frequenztabelle für den HP 49g+/50g	266
6.2.5	Liste der Frequenzen auf dem HP.....	268
6.2.6	Einsatz des Tongenerators für Musikerzeugung	268
6.3	Programme zur Erzeugung der Einzeltöne.....	269
6.4	Programmieren einer monophonen Melodie.....	269
6.5	Musikverzeichnis auf dem HP	270
6.5.1	Erläuterung der einzelnen Felder der Menüseiten	270
6.5.2	Eingeben von beliebigen Liedern.....	271
6.5.3	Handy-Klingeltöne	272
6.6	Erzeugung polyphoner Melodien	273
7	Grafikfunktionen	273
7.1	Einleitung	273
7.2	Grundlagen der Taschenrechnergrafik	273
7.2.1	Grafikobjekte.....	273
7.2.2	Integrierte Grafik-, „Wandtafel“ PICT	274
7.2.3	Bildschirmanzeige	274
7.2.4	Grafikeditor.....	274

7.3	Sichern und Anzeigen von Grafiken	275
7.3.1	<i>Sichern</i>	275
7.3.2	<i>Anzeigen</i>	275
7.3.3	<i>Grafikprogramme</i>	275
7.3.3.1	<i>Anwendungsbeispiel</i>	276
7.4	Grafik-Programmierbeispiel „Monatskalender“	277
7.4.1	<i>KAL = Monatskalender</i>	277
7.4.2	<i>WOT = Wochentag</i>	278
7.4.3	<i>KW = Kalenderwoche</i>	278
7.4.4	<i>MON = Ausgabe der Monatsnamen</i>	278
7.5	Plotten von Graphen.....	278
8	Praktische Anwendungen	279
8.1	Ingenieuranwendungen	279
8.1.1	<i>Querschnittswerte</i>	279
8.1.2	<i>Digitale geometrische Modelle (DGM)</i>	279
8.1.3	<i>Durchflussmengen</i>	279
8.1.4	<i>Berechnung von Ampelphasen (Verkehrstechnik)</i>	279
8.1.5	<i>Rückwärtseinschneiden</i>	279
8.2	Dreiecksberechnungen	280
8.3	Kreisberechnungen.....	280
8.4	Der HP-Taschenrechner in der Astronomie	280
9	Anhang	281
9.1	Literaturangaben.....	281
9.2	Learning Modules	282
9.3	Ergänzungsbeiträge	283
9.4	HP-Taschenrechnerprogramme.....	284
9.5	Kalender für das Jahr 2013.....	285
9.6	Das griechische Alphabet.....	286
9.7	Bilderverzeichnis.....	287
9.8	Tabellenverzeichnis.....	290
9.9	Formelverzeichnis	292
9.10	Alphabetisches Sachverzeichnis (Index).....	293