









BOBBY SCHENK

# Taschenrechner in der Navigation

VERLAG KLASING + CO GMBH · BIELEFELD

Alle in diesem Buch vorkommenden Programme, Tastenfolgen und Formeln sind mit großer Sorgfalt erstellt worden. Irgendeine Haftung kann jedoch für die Richtigkeit nicht übernommen werden.

2. verbesserte Auflage

ISBN 3-87412-067-8

Einbandgestaltung: Ekkehard Schonart  
© Copyright by Klasing + Co GmbH, Bielefeld  
Alle Rechte vorbehalten  
Printed in Germany 1981  
Druck: Druckerei Auer, Donauwörth

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einführung</b> .....	8
<b>1 Mit Tasten und Elektronen navigieren?</b> .....	10
<b>2 Die einfachsten Rechenregeln</b> .....	17
<b>3 Die Mindestanforderungen an einen Navigationsrechner</b> .....	23
Er muß an die Rechenhierarchie denken .....	23
Das Algebraische Operationssystem (AOS) .....	23
Die Umgekehrte Polnische Notation (UPN) .....	26
AOS oder UPN? .....	29
Speicher .....	31
Wurzel- und trigonometrische Funktionen .....	31
Umwandlung von polaren in rechtwinklige Koordinaten .....	32
Genauigkeitstest .....	34
Der Rechner im Bordbetrieb .....	34
<b>4 Die wünschenswerten Extras</b> .....	37
Zeit- und Winkelumwandlungen .....	37
Speicherplätze .....	39
Programmierbarkeit .....	39
<b>5 Die programmierbaren Rechner</b> .....	42
Halbprogrammierbar und „ewiges Gedächtnis“ .....	47
Vollprogrammierbar .....	50
Programmiertechnik .....	54
Das Eingabeformat .....	54

Die Programmtasten .....	58
Das anwenderfreundliche Programm .....	62
Unterprogramme und Verzweigungen .....	66
Logische Entscheidungen .....	69
Flags .....	70
Ein einfaches Programmierbeispiel .....	72
Datenschutz und kommerzielle Verwertung .....	82
<b>6 Spezial-Navigationsrechner .....</b>	<b>84</b>
Navigatronic .....	85
Tamaya NC-77 .....	86
Navicomp .....	88
Minicomputer Navipro 2000 .....	91
<b>7 Formeln zur Verwendung im Taschenrechner .....</b>	<b>97</b>
Formeln für einfache Rechner .....	97
Relingslogge .....	97
Luvgewinn .....	98
Grad- und Zeitverwandlungen .....	99
Zeit-Weg-Rechnung .....	100
Umwandlung in nautische Einheiten .....	101
Abstandsbestimmungen .....	102
Formeln für programmierbare Rechner .....	104
Loggeort nach Mittelbreite .....	104
Kurs und Entfernung aus zwei Orten .....	105
Stromrechnungen .....	107
Gezeitenberechnungen .....	110
Formeln und Tastenfolgen für die Hochseeravigation .....	111
Höhen- und Azimutformeln .....	111
Höhe und Azimut nach Dr. Mietzsch .....	112
Kurs und Distanz auf dem Großkreiskurs .....	113
Koppeln auf dem Großkreiskurs .....	114
Schnittpunkt aus zwei Standlinien .....	115
Gesamtbeschickung .....	118

Kalender .....	120
Frühlingspunkt (Aries) .....	121
Bildpunktkoordinaten der Sonne nach Dr. Förster .....	122
Steuertafel oder Funkbeschickungskurve .....	123
<b>8 Zwei fertige Astroprogramme .....</b>	<b>128</b>
Schiffsort aus Sonnenmessungen mit Rechner TI 59 .....	128
Universal-Astroprogramm mit Rechner HP 41 C .....	135
<b>9 Tastenbezeichnungen verschiedener Rechner .....</b>	<b>140</b>

# Einführung

Zehn Jahre sind nunmehr elektronische Taschenrechner auf dem Markt und haben einen unvergleichlichen Siegeszug hinter sich. Nachdem diese Wunderkästchen nicht nur eine ungekannte Genauigkeit, Schnelligkeit und Zuverlässigkeit bei schwierigen navigatorischen Berechnungen gebracht, sondern außerdem dem Mann in der Kartenecke eines Sportschiffes eine ganze Reihe von Navigationsmethoden erst eröffnet haben, ist es an der Zeit, etwas wehmütig zu resignieren und einzugestehen, daß Elektronenrechner in der Hand eines erfahrenen und geübten Navigators eine große Hilfe sind, ja zur Schiffssicherheit beitragen. Aus der Navigationsecke sind sie jedenfalls kaum mehr zu verdrängen. Vorbehalte gegen ihre Zuverlässigkeit sind nicht mehr am Platz, nachdem sich Elektronenrechner unter rauen Bedingungen an Bord besser bewährt haben als so manch anderer Ausrüstungsgegenstand, der angeblich eigens für die Arbeit in der salzwasserschwangeren Luft auf hoher See erst geschaffen wurde. Zumindest ist die Zuverlässigkeit der Elektronen um ein Vielfaches größer als der Kopf eines von Seekrankheit geplagten Navigators, der naturgemäß zu Rechenfehlern neigt und damit wesentlich leistungsschwächer ist als ein einfacher Taschenrechner – soweit diesem nur die richtigen Werte eingetippt worden sind. Es ist sogar abzusehen, daß in wenigen Jahren die Arbeit des Mannes am Kartentisch – dank der immer leistungsfähiger werdenden Elektronenrechner – auf ein Minimum beschränkt wird, was letztlich dazu führt, daß der Navigator sich seinen eigentlichen Aufgaben zuwenden kann, nämlich seine Umgebung zu betrachten, zu messen und anschließend echte navigatorische Entscheidungen zu treffen, statt in stupiden Logarithmentafeln zu blättern, um langwierige Berechnungen anzustellen, die ein

kleines Kästchen in wenigen Sekunden bewerkstelligt, und zwar schneller, besser, genauer und – vor allem – zuverlässiger.  
Der Zweck dieses Buches ist es, den Navigator an die Arbeit mit dem Elektronenrechner heranzuführen, ihn damit vertraut zu machen.

München, im Mai 1979

*Bobby Schenk*

# 1 Mit Tasten und Elektronen navigieren?

Jeder ernsthafte Navigator sollte sich mit Taschenrechnern beschäftigen, was auch für jene Freizeitsegler gilt, die diesem neomodischen Kram von jeher mißtrauisch gegenübergestanden haben. Gerade bei jenen wäre es schade, wenn sie nicht einmal den Versuch machen würden, sich ein wenig mit dieser Materie auseinanderzusetzen. Schließlich sind heute bereits Taschenrechner mit den Leistungen eines Minicomputers zu Preisen zu haben, die günstiger sind als beispielsweise viele elektronische Loggen, deren Ergebnisse höchst fragwürdig sind, ja, sie sind sogar preiswerter als manch bisher noch benötigtes Tafelwerk, das sie unwiderruflich ersetzen.

Ein kleines Beispiel mag dies auch für jene verdeutlichen, die sich für die Kunst der astronomischen Navigation nicht besonders interessieren. Auf Seite 111 sind Höhen- und Azimutformeln angegeben, ohne die die Astronavigation nicht möglich ist. Früher löste man die Formel mit Hilfe von umständlich zu handhabenden Logarithmentafeln oder mit dem berühmtesten Fulst, bis diese Rechenhilfen nach dem Zweiten Weltkrieg durch die auch in der Großschifffahrt gebräuchlichen Tafeln H.O.249 abgelöst wurden. Band II und Band III, deren Aufgabe nichts anderes ist, als eben diese Formeln zu lösen, kosten immerhin rund 50 DM. Ein diesem Problem gewachsener Taschenrechner ist auch schon fast dafür zu haben. In der Hand eines ungeübten Navigators, ist die Gefahr des Vertip-pens zwar nicht abzuleugnen, doch braucht man sich andererseits um das Auffinden der richtigen Tafeleingänge wie bei der H.O.249 nicht zu kümmern. Daß das Ergebnis mit dem Elektronenrechner genauer ist, sei nur am Rande vermerkt, weil dieser Vorteil in der Praxis von Meßunge-nauigkeiten weit überdeckt wird.

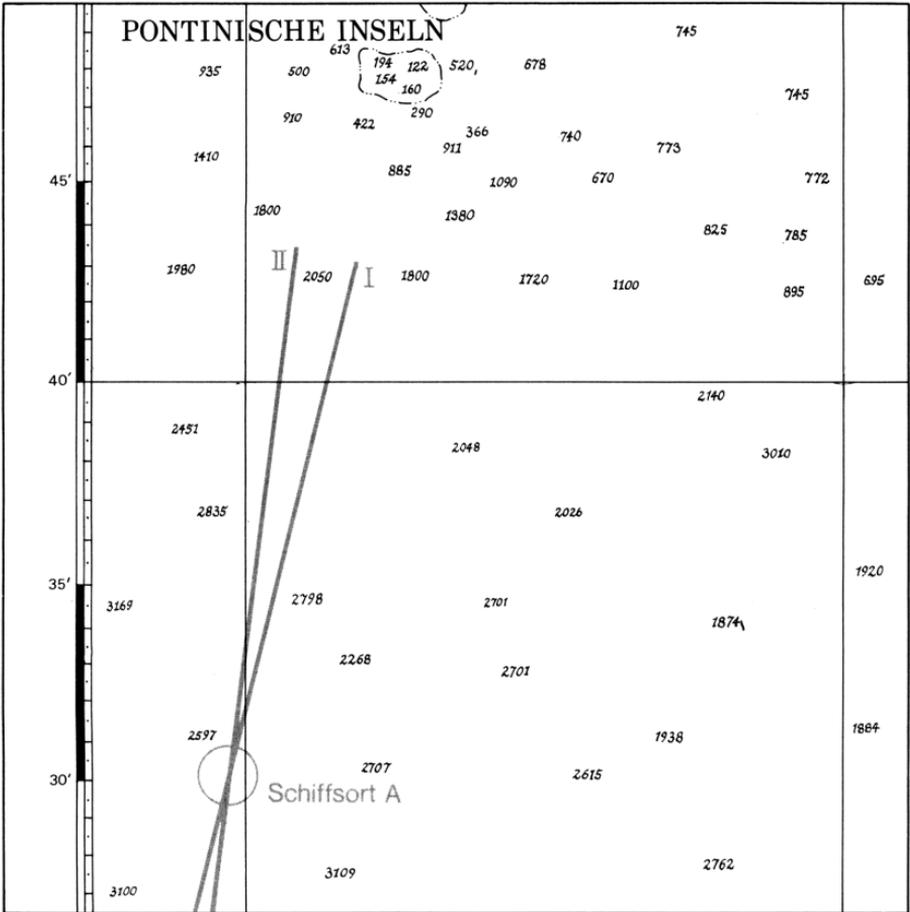
Hinter der hohen Rechengenauigkeit von Taschenrechnern verbirgt sich übrigens eine der wenigen Gefahren, die von diesen Zauberkästen ausgehen. Der leichtsinnige Navigator wird nämlich aufgrund der präzisen Rechenergebnisse die Exaktheit seiner Navigation insgesamt weit überschätzen. Mit anderen Worten: Auch wenn der Rechner die zurückgelegte Entfernung auf zehn Kommastellen genau angibt, so kann das Ergebnis doch um zehn bis zwanzig Prozent falsch sein, weil nämlich die Logge möglicherweise unter ungünstigen Bedingungen derart falsch mißt.

Ein anderes Beispiel mag das noch deutlicher machen: In allen seriösen Navigationslehrbüchern findet sich beispielsweise die Warnung vor der Verwendung schleifender Schnitte, die besagt, daß nach Möglichkeit keine Standlinien verwendet werden sollen, die sich unter einem sehr kleinen Winkel schneiden.

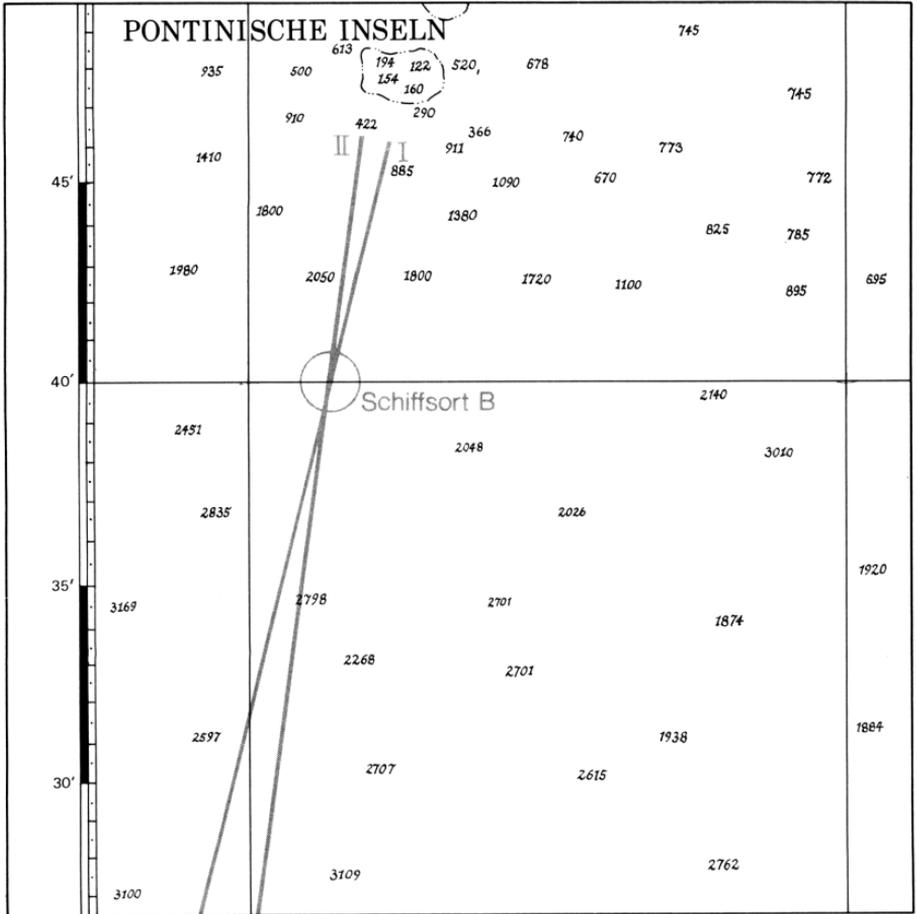
In einer großen Yachtzeitschrift wurde nun vor Jahren hierzu die Meinung vertreten, die Warnung vor schleifenden Schnitten sei in der Zeit durchaus berechtigt gewesen, wo der Navigator mit mehr oder weniger stumpfem Bleistift zwei Standlinien auf der Seekarte zu einem Schiffsort schneiden ließ. Dieser Schiffsort sei recht ungenau, weil eben bei kleinem Winkel der Bleistiftstrich schon zu dick sei, um exakt den Schiffsort festlegen zu können. Anders sei es aber, wenn dieser Schiffsort nicht mehr gezeichnet, sondern durch einen präzisen Elektronenrechner berechnet werden würde. Dieser würden nämlich auf zehn Stellen hinter dem Komma genau arbeiten, so daß seine Rechengenauigkeit durchaus auch Winkel von fünf Grad und weniger verträge. Deshalb könne man heutzutage in der Navigation beispielsweise eine zweite Gestirnsmessung vom gleichen Gestirn schon nach wenigen Minuten wiederholen, um so zu einem Schiffsort zu kommen, was früher niemals möglich gewesen sei.

Bis hierher war diese Argumentation sicher richtig. In der Praxis ist sie aber extrem gefährlich, weil schlechthin falsch. Die Ungenauigkeit eines Schiffsortes bei schleifenden Schnitten hängt keineswegs in erster Linie von der Dicke des Bleistiftstriches ab, sondern vor allem von der Meßgenauigkeit. Ist die zweite Standlinie nämlich nur um eine Seemeile falsch

# 1 MIT TASTEN UND ELEKTRONEN NAVIGIEREN?



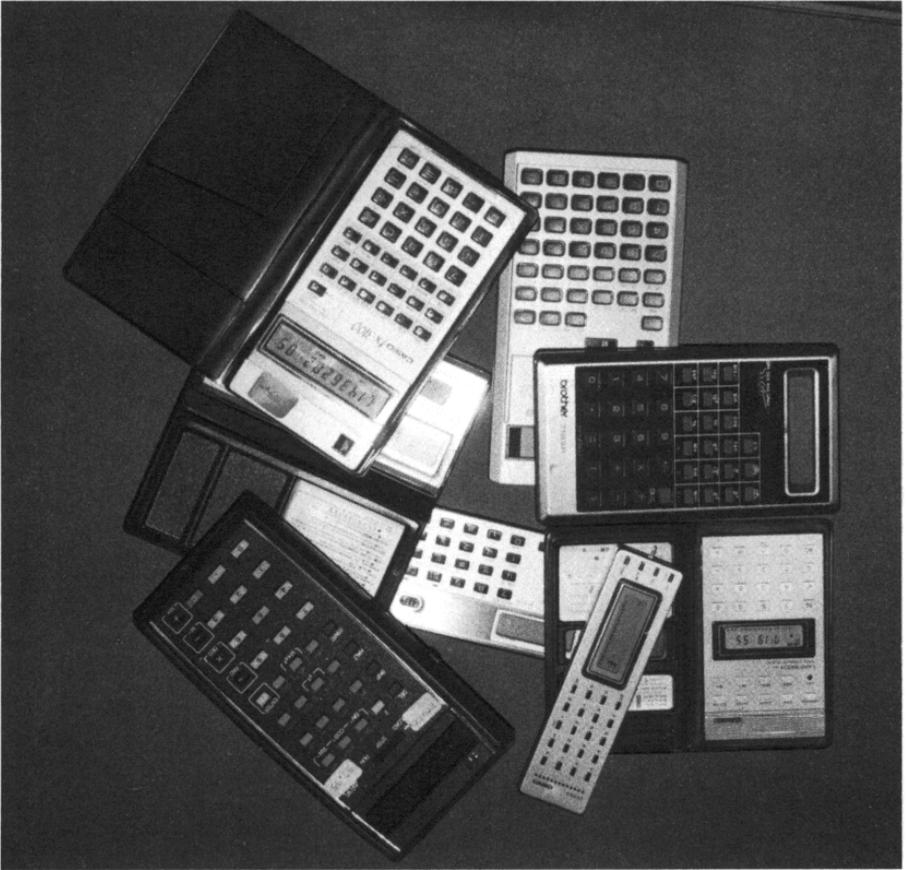
(was in der astronomischen Navigation ein sehr guter Wert wäre), so ist der gesamte Schiffsort bei einem schleifenden Schnitt von sieben Grad eben um mehr als zehn Seemeilen unrichtig, was ein tödlicher Fehler sein könnte. (Schiffsort A und B in den beiden Abbildungen.)



Wer mit Elektronenrechnern navigiert, muß also der Versuchung widerstehen, sich über althergebrachte Gesetze der Seemannschaft hinwegzusetzen. Die Verführung ist groß, weil die Arbeit mit den Taschenrechnern ausgesprochen einfach sein kann. Wenn der Navigator die erste Scheu vor den vielen Tasten verloren hat, wird er erfreut feststellen, daß Taschenrechner neben der höheren Zuverlässigkeit meist erhebliche Erleichterungen mit sich bringen. Mit Sicherheit ist es so, daß beispielsweise ein Navigator, der mit Hilfe von Höhentafeln oder gar mit Logarithmen navigieren kann, erst recht keine Schwierigkeiten hat, wenn er seine Ergebnisse mit Hilfe der Elektronen findet. Technisches Verständnis ist hierzu nicht notwendig, auch wenn die Vielzahl der Tasten und die exotischen Beschriftungen auf den Elektronenrechnern dem Uneingeweihten Respekt einflößen.

Zur Ermunterung sei eine kurze Geschichte wiedergegeben: Ein großer amerikanischer Rechnerhersteller wollte an eine Versicherungsgesellschaft für deren Mitarbeiter Elektronenrechner in großer Stückzahl verkaufen. Das Angebot wurde zunächst abgelehnt, weil die Mitarbeiter der Versicherung, wie behauptet wurde, nicht in der Lage seien, ein so kompliziertes Gerät zu bedienen. Daraufhin ließ der Rechnerhersteller ganz einfach eine Reihe von Tasten und Aufschriften weg, so daß das Tastenfeld scheinbar übersichtlicher und leichter bedienbar wurde. Die Versicherungsgesellschaft kaufte mit Begeisterung tausend Stück dieses Rechners zu einem etwas höheren Preis.

Die Hersteller von solchen Wunderkästen sind tatsächlich in einem Dilemma. In den letzten Jahren wurden die Taschenrechner mit Rechen-eigenschaften ausgestattet, die vor zwei Jahrzehnten noch einem großen Computer alle Ehre gemacht hätten. Gleichzeitig kam es zu einem Preisverfall, der heute jeden Navigator in die Lage versetzt, sich so ein Gerät anzuschaffen. Andererseits glauben aber viele Segler, durch den Rechner überfordert zu sein, und vergessen dabei, daß sie selbst dann noch einen guten Kauf machen, wenn sie so einen Rechner – zu Beginn – nur zu einem Bruchteil ausnutzen. Es besteht deshalb die große Gefahr, daß ein Rechner gekauft wird, dessen Leistung schon nach kurzer Zeit erschöpft wird. Der Navigator wird den Kauf bereuen, weil er nur für wenig



*Das Angebot an Taschenrechnern ist unübersehbar geworden. Die Preise reichen von 10 bis über 1000 DM. Nur wenige Rechner allerdings sind für die Navigation gut geeignet, auch wenn einige von den 100-Mark-Modellen wirkungsvoll am Kartentisch als Stoppuhr oder gar als Chronometer für die astronomische Navigation eingesetzt werden können. Die eingebaute Quarzuhr bietet eine Genauigkeit, die noch vor fünf Jahren einige tausend Mark wert gewesen wäre. Freilich – für nautische Berechnungen eignen sich diese Spielzeuge mit eingebautem Wecker nicht. Dafür sind nur noch wenige Modelle gut, die es aber auch schon für ca. 100 DM gibt.*

mehr Geld einen Taschenrechner mit erheblich größerer Leistungsfähigkeit bekommen hätte.

Andererseits ist selbstverständlich jeder Elektronenrechner, auch wenn er noch so viel bietet, in der Lage, einfache Rechnungen in kürzester Zeit bei leichter Bedienbarkeit durchzuführen. Jeder kann die Probe aufs Exempel machen, indem er sich in einem Kaufhaus einmal die Spitzenmodelle zeigen läßt. Auch wenn ein solcher Rechner komplizierte Navigationsaufgaben ohne irgendwelche Tafeln in kürzester Zeit herunterrechnen kann, ist er nicht zu gescheit, um auch die vier Grundrechnungsarten zu beherrschen.

Alle Elektronenrechner aus dem fast unübersehbar gewordenen Angebot benutzen nämlich die gleichen einfachen Rechenregeln, die man schon auf der Grundschule gelernt hat. Nachdem mangels geeigneter Rechenhilfen die meisten von uns seit langem keine Berechnungen mehr angestellt haben, die über das große Einmaleins hinausgehen (es sei denn, sie sind Angehörige eines technischen Berufes), sind die Grundgesetze des Rechners sicher längst in Vergessenheit geraten.

# 2 Die einfachsten Rechenregeln

Navigation mit dem Taschenrechner ist einfach. Sie setzt nur folgendes voraus:

- eine geeignete Formel, die der entsprechenden Aufgabe gewachsen ist (solche Formeln finden sich in Kapitel 7 rechnergerecht aufgearbeitet);
- einen Taschenrechner, der dieser Formel entsprechend leistungsfähig ist;
- einen Navigator, der die Formel richtig „anpackt“.

Im wesentlichen braucht der Navigator lediglich zu wissen, in welcher Reihenfolge er die einzelnen Formelbestandteile durchtippen muß. Hierbei ist es nicht notwendig – auch wenn dies ketzerisch klingt –, daß er tatsächlich genaue Vorstellungen darüber hat, warum er nun gerade diese oder jene beiden Zahlen miteinander verkoppelt. Er braucht auch die Formel in all ihren Einzelheiten nicht zu verstehen. Schließlich interessiert auf einer Yacht in der Praxis nur das richtige Ergebnis, also beispielsweise der Kurs oder der Schiffsort.

Leider lassen sich viele Segler aus falscher Ehrfurcht vor Zahlen und Formeln davon abhalten, mit Taschenrechnern zu navigieren, so nach dem Motto: „Au weh, schon in der Schule war Mathematik mein Schrecken!“ Dabei hätten sich jene Segler in der Schule für dieses Fach möglicherweise sogar interessiert, wenn es damals so einfach wie heute gewesen wäre.

Eine Ahnung von der Einfachheit der Arbeit mit dem Taschenrechner gibt vielleicht das nachfolgende Rechenbeispiel: Jeder Segler kennt das Problem. Soll er Höhe „kneifen“ und bei  $45^\circ$  am wahren Wind mit 4 kn laufen oder auf  $55^\circ$  abfallen und dafür mit 5 kn marschieren? Gefragt ist also

nach dem Luvgewinn, das heißt nach der Geschwindigkeit, mit der sich die Yacht tatsächlich dem Ziel in Luv nähert. Die Formel für den Luvgewinn ist einfach:

Cosinus aus Höhe am wahren Wind  $\times$  Geschwindigkeit

Probieren wir das gleich einmal aus: 45 eintippen, die Taste **COS** drücken und mit 4 multiplizieren. Das ergibt einen Luvgewinn von 2,83 kn\*, während er bei 5 kn und 55° am Wind 2,87 kn beträgt. Der Skipper wird also geringfügig abfallen, worauf er zwar nur unwesentlich mehr Luvgewinn macht, aber auch Schiff und Mannschaft weniger schindet.

Es ist kein großes Geheimnis, daß beispielsweise der berühmte französische Segler Bernard Moitessier nicht weiß, was ein Sinus oder ein Tangens ist. Trotzdem würde er – so wie ich ihn kenne – ohne weiteres auf einem Rechner die Taste **SIN** oder **TAN** drücken, um zu einem Rechenergebnis zu kommen. Ja – es ist nicht einmal notwendig, zu wissen, was eine „Wurzel“ ist, wenn man nur das Symbol in der Formel kennt und dann auf dem Rechner die entsprechende Taste benutzt.

Die wenigen Rechenregeln, die der Navigator wissen muß, sind außerordentlich einfach und betreffen lediglich die Reihenfolge, in der die verschiedenen Formelbestandteile heruntergetippt werden. Stimmt die Formel und beachtet der Navigator die nachfolgenden Reihenfolgen (Hierarchien), so muß ohne Tippfehler das richtige Ergebnis herauskommen. Folgende Hierarchie ist vorgeschrieben:

### **Einzelfunktionen müssen immer zuerst gelöst werden**

Eine Einzelfunktion ist eine Rechnung, bei der keine zweite Zahl beteiligt ist, sondern nur eine Zahl entsprechend dem Rechenbefehl umgewandelt wird. In der Navigation sind nur folgende Einzelfunktionen gebräuchlich:

---

\* Auf fast allen Rechnern wird ein Komma als Punkt angezeigt, also 2.83.

Sinus  $\boxed{\text{SIN}}$  Tangens  $\boxed{\text{TAN}}$  Cosinus  $\boxed{\text{COS}}$

Wurzel  $\boxed{\sqrt{x}}$  und deren Umkehrfunktionen, also

Arcussinus  $\boxed{\text{SIN}^{-1}}$  Arcustangens  $\boxed{\text{TAN}^{-1}}$

Arcuscossinus  $\boxed{\text{COS}^{-1}}$  und Quadrat  $\boxed{x^2}$

Beispiel:

$$1 + \sin 45 = 1,71$$

Würde hier diese Rechenregel nicht beachtet, also der Sinus von 46 gebildet werden, so ergäbe sich das falsche Ergebnis von 0,72.

Allerdings kann sich auch eine Einzelfunktion auf mehrere Zahlen beziehen.

Beispiel:

$$\sqrt{3 + 4} = ?$$

In diesem Fall müssen zunächst die Zahlen unter der Wurzel zu einer Summe addiert werden, ehe die Wurzel, die sich ja über beide Zahlen erstreckt, zum richtigen Ergebnis von 2,65 gezogen wird. Dieses einfache Beispiel zeigt besonders klar, welche enormen Vorteile die preiswerten Elektronenrechner gebracht haben. In wenigen Sekunden lassen sich die 2,65 heruntertippen, während ohne Rechner das Ergebnis nur durch mühsames Herumprobieren gefunden würde.

Noch deutlicher wird es bei:

$$\sin (32 + 89)$$

dessen Ergebnis von 0,86 ohne Logarithmentafeln auch von Musterschülern nicht berechnet werden könnte.

**Der Klammerinhalt muß zuerst gerechnet werden**

$$5 - (4 + 2) = -1$$

Ohne Beachtung dieser Regel würde der Rechner das falsche Ergebnis von 3 anzeigen.

Die Regel gilt auch, wenn in einer Formel ein Bruchstrich auftaucht, über dem oder unter dem mehrere Zahlen stehen. Richtig ist das Ergebnis nur dann, wenn beide Formelbestandteile, also Nenner und Zähler, in Klammern gesetzt werden und der Bruchstrich als „:“ angesehen wird.

Beispiel:

$$\frac{5 + 3}{4 - 2} = ?$$

Diese Aufgabe kann auch so umgestellt werden:

$$(5 + 3) : (4 - 2) = 4$$

### **Punkt geht vor Strich**

Wenn in einer Formel sowohl „Strichrechnungen“ (Additionen, Subtraktionen) als auch „Punktrechnungen“ (Multiplikationen, Divisionen) vorkommen, müssen die Punktrechnungen zuerst durchgeführt werden. Das ist ganz einfach:

$$1 + 2 \times 4 = 9$$

Wenn obige Regel nicht befolgt und rein mechanisch von links nach rechts gerechnet würde, wäre das Ergebnis 12 und damit falsch.

In folgender Reihenfolge muß also eine Formel „geknackt“ werden:

1. Einzelfunktionen
2. Klammerinhalte
3. Punkt geht vor Strich

Es ist selbstverständlich, daß die Hierarchie, „zuerst Einzelfunktionen“ und „Punkt geht vor Strich“, auch innerhalb einer Klammer gilt.

Wenn der Navigator nur diese einfache Rangfolge berücksichtigt, ist er schon fit für die Praxis und wird bei fehlerfreiem Durchtippen einer Formel immer zum richtigen Ergebnis kommen.

In Kapitel 7 findet der Leser eine Anzahl Formeln, an die er sich mit seinem Rechner herantrauen kann. Eine „Formelsprache“ braucht er nicht zu beherrschen. Am besten ist es, nochmals gleich ein praktisches Beispiel durchzurechnen. Hierfür ist jeder Rechner geeignet, der neben den üblichen Grundrechnungsarten über eine Wurzeltaste  $\sqrt{x}$  verfügt. Hat er nicht mal diese, so ist er – hart gesagt – für die Navigation ohnehin untauglich und die Beschäftigung mit ihm in der Kartenecke Zeitverschwendung.

Benutzt wird eine Formel, die in den Tagen ohne Taschenrechner wegen ihrer Länge fast nie verwendet wurde, obwohl die Abstandsbestimmung von einem Landobjekt mit Hilfe einer Höhenwinkelmessung so wichtig war, daß man sich statt dessen mit Tafeln, Nomogrammen und ähnlichem weiterhalf.

Die Formel für den Abstand in Seemeilen von einem Landobjekt hinter der Kimm steht auf Seite 104.

Bitte das Beispiel durchtippen!

Wenn die Höhe des Objekts 1721 m, die Augeshöhe des Navigators bei der Winkelmessung mit dem Sextanten von Kimm und Höhe des Objekts 3 m und der gemessene Winkel 96 Minuten war, müßten 29,58 auf der Anzeige des Rechners erscheinen. Je nach Rechner eine mehr oder weniger umständliche Tipperei! Das richtige Ergebnis vorausgesetzt, wird der Leser vielleicht schon gemerkt haben, ob sein Rechner sich optimal für die Navigation eignet oder ob so eine Rechnung nur mit viel Notieren von Zwischenergebnissen durchgeführt werden kann.

Oft sind die Formeln allerdings wesentlich einfacher, beispielsweise wenn aus zurückgelegter Strecke und Zeit die Schiffsgeschwindigkeit berechnet wird. Aber hierfür sind Rechner eigentlich nicht unbedingt nötig. Ihre Überlegenheit gegenüber dem menschlichen Gehirn beweisen Taschenrechner dann, wenn es um Formeln geht, für die bisher umfangreiche und vor allem schwierig zu handhabende Tafeln notwendig waren. Würden wir uns nun mit einfachsten Rechnern an die Lösung solcher Aufgaben machen, so wären mühsame Formelumstellungen, das Notieren von Zwischenergebnissen und – aus Sicherheitsgründen – ein mehrmaliges Durchtippen der Formeln unumgänglich. Letztlich würde das

Ganze komplizierter, als nach herkömmlicher Art zu navigieren. Mit anderen Worten: Ganz einfache Rechner, die lediglich die vier Grundrechenarten beherrschen und dem Navigator ansonsten nicht behilflich sind, taugen in der Navigation nichts; sie sind höchstens als Rechenhilfen und zur Kontrolle unserer schriftlichen Ausrechnungen zu gebrauchen. Soll ein Taschenrechner in der Navigation nutzbringend eingesetzt werden, so muß er auch gewissen Mindestanforderungen genügen.

# 3 Die Mindestanforderungen an einen Navigationsrechner

## Er muß an die Rechenhierarchie denken

Rechner dienen in erster Linie der Arbeitserleichterung. Wenn der Navigator alles selbst berücksichtigen muß, kann er auf solche Spielzeuge ruhig verzichten. Gute Rechner denken bereits bei der Eingabe an die Rechenregeln. Zwei Systeme zur Arbeitserleichterung stehen hierfür zur Verfügung: das Algebraische Operationssystem (AOS) und die Umgekehrte Polnische Notation (UPN).

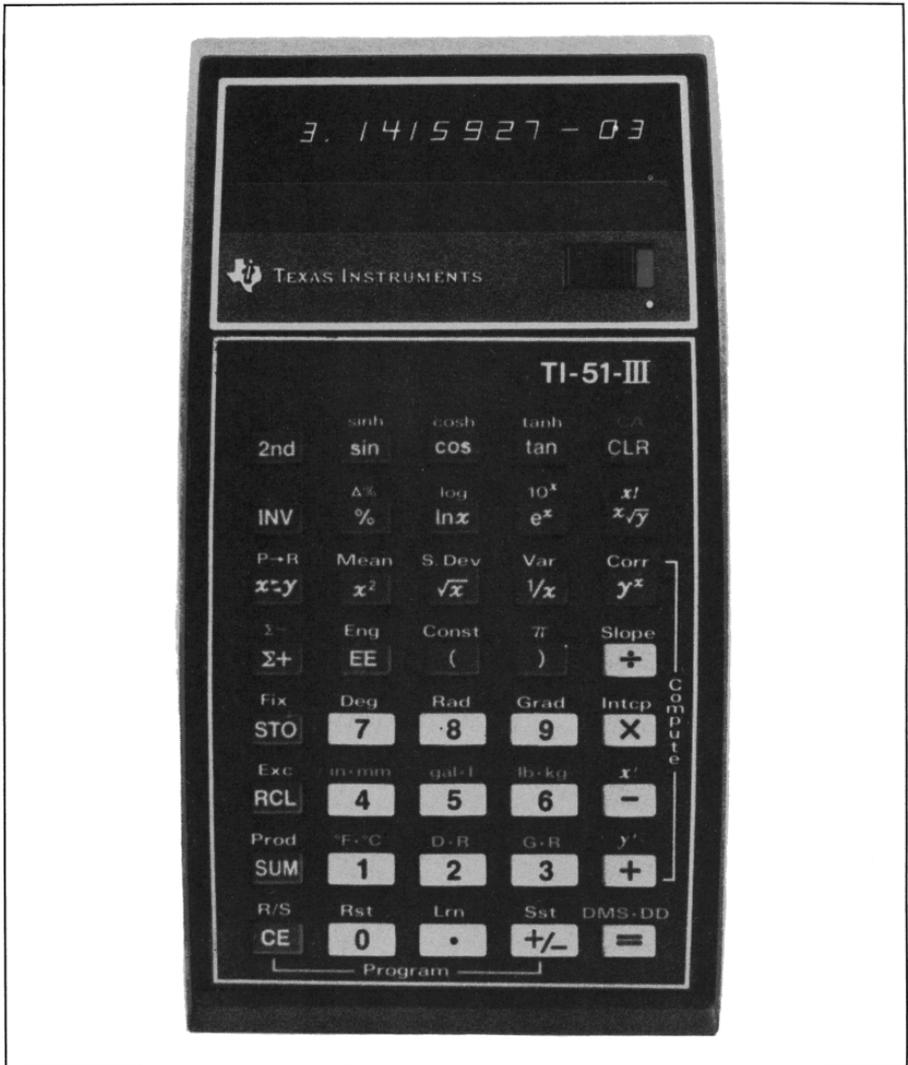
### Das Algebraische Operationssystem (AOS)

Obwohl es selbstverständlich bei allen Rechnungen nur ein richtiges Ergebnis geben kann, existieren zwei vollkommen gegensätzliche Eingabesysteme. Beide Systeme, sowohl das Algebraische Operationssystem (AOS) als auch die Umgekehrte Polnische Notation (UPN), dienen aber dazu, dem Anwender – und das ist der einzige Zweck – die Beachtung der erwähnten Rechenregeln (Rechenhierarchien) zu erleichtern. Ein Primitivrechner, so wie man ihn als Werbeprämie für einen neuen Zeitungsabonnenten erhält, kann ja lediglich zwei Zahlen miteinander verarbeiten und dieses eine Ergebnis ausweisen. Bei einer einfachen Aufgabe wie

$$1 - 2 \times 3 = ?$$

wäre so ein Rechner schon überfordert.

Verfügt er aber über AOS oder über eine sonstige Algebraische Eingabelogik (AEL), so wird er beim Durchtippen dieser Aufgabe von links nach rechts entsprechend der geltenden Hierarchie zwar zunächst die 1 und



*Der TI-51-III ist ein sehr preiswerter Rechner, der sich mit zehn Speichern, der P/R-Taste und den trigonometrischen Funktionen gut zur Navigation eignet.*

die folgende 2 annehmen, nach dem Eintippen der 3 jedoch ein Zwischenergebnis von 6 bilden und dieses erst am Schluß von der 1 abziehen, um das richtige Ergebnis von  $-5$  auszuweisen. Ebenso wird ein Rechner, der mit einer derartigen Logik ausgestattet ist, auch die anderen Stufen der Hierarchie beachten.

Je nach Leistungsfähigkeit des im einzelnen verwendeten Systems können auch längere Formeln so eingegeben werden, wie sie auf dem Papier stehen. Ein Beispiel:

$$12 - (4 + 3 \times 2) = ?$$

Bei dieser Rechnung, bei der es also gilt, sowohl die Klammer- als auch die Punkt-Strich-Regel zu beachten, werden bei AOS folgende Tasten gedrückt:

1 2 - ( 4 + 3 × 2 ) =

Darauf zeigt der Rechner das richtige Ergebnis mit 2 an.

Der Navigator braucht hier also kaum mitzudenken, vielmehr kann er sich darauf beschränken, die Formel rein mechanisch Taste für Taste einzutippen.

Obige Rechnung ist jedoch ein sehr einfaches Beispiel, wie es in der Praxis sehr selten vorkommt. Oft sind in einer Formel aus der Navigation mehrere Klammern und auch trigonometrische Funktionen enthalten, was allerdings den „besseren“ Rechnern keine Schwierigkeiten macht. Die Elektronen finden schon zum richtigen Ergebnis, indem sie zuallererst die trigonometrischen Funktionen ausrechnen, anschließend die Punkt-Strich-Regel und zuletzt die Klammerregel berücksichtigen.

Natürlich gibt es auch innerhalb der verschiedenen Systeme mit Algebraischer Eingabelogik, bei denen also die Hierarchie automatisch beachtet wird, gewisse Unterschiede in der Leistungsfähigkeit. Einige Rechner können nur zwei Klammerebenen (also vier Klammern) in einem Rechengang bewältigen, andere wesentlich mehr. Am fortgeschrittensten dürften hierbei die Erzeugnisse der Firma Texas Instruments (TI) sein, die bis in die neunte Klammerebene mitdenken können. Allerdings

lehrt die Erfahrung, daß von einem „normalen“ Navigator in der Praxis mehr als fünf Klammerebenen niemals benötigt werden.

Fast alle Fabrikate auf dem Markt, die die Bezeichnung „Rechner“ wirklich verdienen und die nicht bloß Rechenhilfen sind, benutzen eine Algebraische Eingabelogik, allen voran der Marktriase Texas Instruments. Die einzige Eingabelogik, die sich mindestens gleich gut für die Navigation eignet, die Umgekehrte Polnische Notation (UPN), wird fast ausschließlich vom Hauptkonkurrenten von Texas Instruments, der amerikanischen Firma Hewlett Packard (HP) propagiert.

### Die Umgekehrte Polnische Notation (UPN)

Obwohl die Umgekehrte Polnische Notation (UPN) dem Anfänger zunächst etwas kompliziert erscheint, schwören ihre Anhänger auf diese Eingabeart. UPN beachtet nicht automatisch die Rechenhierarchie, so daß der Benutzer beim Durchtippen wesentlich mehr mitdenken muß als bei Benutzung eines Rechners, der mit AOS ausgestattet ist. Daß diese Denkungsart Technikern mehr entgegenkommt als dem Urlaubsskipper, der sich nur auf seinem Schiff mit Rechnereien befaßt, liegt auf der Hand. Bei AOS werden die einzelnen Glieder einer Rechnung ganz einfach von links nach rechts (Werbeslogan: „So wie sie hingeschrieben sind“) eingegeben, wohingegen bei der Umgekehrten Polnischen Notation zunächst die beiden Zahlen einzugeben sind, die als erste miteinander „verrechnet“ werden. Erst darauf folgt der Befehl, was mit den Zahlen zu geschehen hat.

Die einfache Rechnung

$$3 \times 4 = ?$$

wird also wie folgt eingegeben:

Die Taste  ist vor allem deshalb nötig, um die beiden Zahlen voneinander zu trennen. Würde sie weggelassen werden, so würde im Rechner bei der Taste  nicht die Anzeige 4 erscheinen, sondern 34. Der



*Drei preiswerte Rechner von HP, die sich gut für die Navigation eignen. Wie alle Rechner von HP arbeiten sie mit der UPN. Trigonometrische Funktionen und eine Taste für die Umwandlung von polaren in rechtwinklige Koordinaten und umgekehrt sind selbstverständlich. Der HP 31E verfügt über vier, der HP 32E über 15 Speicher. Der HP 33E ist darüber hinaus halbprogrammierbar, wobei 49 Programmschritte zur Verfügung stehen.*

Rechner könnte also ohne Taste **ENTER** nicht erkennen, daß ihm zwei Zahlen eingegeben worden sind.

Die Umgekehrte Polnische Notation erscheint zunächst etwas komplizierter, weil der Navigator etwas mehr mitdenken und insbesondere die

Punkt-Strich-Regel und die Klammerregel selbst beachten muß, während bei AOS der Rechner für den Navigator denkt.

Bei der Umgekehrten Polnischen Notation kann die Berücksichtigung dieser Rechenregeln dadurch erreicht werden, daß der Rechner nur – und das ist von höchster Wichtigkeit – eine Rechnung zwischen den beiden *zuletzt* eingegebenen Zahlen durchführt. Die Rechnung

$$4 + 2 \times 6 = ?$$

wird also bei der Umgekehrten Polnischen Notation in folgenden Schritten eingegeben:

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.

Nach dem letzten Tastendruck zeigt der Rechner mit 16 das richtige Ergebnis an.

Was hat sich während den einzelnen Schritten abgespielt? Bis zum Schritt 5 hat der Rechner keine Rechnungen durchgeführt, sondern lediglich die Zahlen 4, 2 und 6 gespeichert, und zwar in sogenannten Stackregistern. Diese Stackregister lassen sich recht gut mit einer Schublade vergleichen, in die Zahlen nur hintereinander eingeschoben werden können. Der Navigator hat unmittelbaren Zugriff nur immer auf die beiden zuletzt eingegebenen Zahlen, die er durch eine Funktionstaste (   ) zu einem Ergebnis verschmelzen kann. Vor Schritt 6 sieht es also im HP-Rechner folgendermaßen aus:

Stackregister	<input type="text" value="0"/>
Stackregister	<input type="text" value="4"/>
Stackregister	<input type="text" value="2"/>
×-Register (Anzeigeregister)	<input type="text" value="6"/>

Wird nun die Taste  $\boxed{\times}$  (Schritt 6) gedrückt, so verrechnet der Rechner die beiden zuletzt eingegebenen Zahlen, also 2 und 6, so daß im Anzeigeregister nunmehr 12 angezeigt wird und der Stackregisterinhalt nachgerückt ist. Im HP-Rechner sieht es dann so aus:

Stackregister	$\boxed{0}$
Stackregister	$\boxed{0}$
Stackregister	$\boxed{4}$
Anzeigeregister	$\boxed{12}$

Wenn also ein zweites Mal eine Funktionstaste, nämlich  $\boxed{+}$  (Schritt 7), gedrückt wird, so wird aus den beiden verbliebenen Rechnerinhalten (12 und 4) das Endergebnis von 16 gebildet, das im Anzeigeregister erscheint, während die übrigen Stackregister leer sind.

Bei der Umgekehrten Polnischen Notation ist also kein „ist“-Zeichen notwendig. Wie dieses Primitivbeispiel zeigt, muß der Navigator hier jedoch mitdenken und selbständig die Punkt-Strich- und die Klammerregel berücksichtigen. Wäre nach dem Schritt 4 die Taste  $\boxed{+}$  gedrückt worden, so hätte der Rechner also zunächst das Ergebnis 6 errechnet, was dann zu einem falschen Ergebnis geführt hätte.

Alle Rechner der Firma HP arbeiten mit der Umgekehrten Polnischen Notation, wobei insgesamt vier Stackregister zur Verfügung stehen, was sich in der Praxis als ausreichend erwiesen hat.

## AOS oder UPN?

Diese Frage kann nicht ohne weiteres beantwortet werden. Wenn Prospekte der beiden Marktriesen TI und HP eingesehen werden, finden sich

in beiden Rechenbeispiele, durch die entweder AOS oder UPN als das überragende System herausgestellt wird. Mit anderen Worten, beide Eingabearten haben ihre Vor- und Nachteile:

#### **AOS**

für den Rechenanfänger wesentlich einfacher zu begreifen

Formelumstellung je nach Leistungsfähigkeit des Rechners sehr selten nötig

bei Überlastung der „Klammer-ebenen“ blinkende Fehleranzeige (je nach Fabrikat)

#### **UPN**

kommt der Denkweise von Technikern mehr entgegen

Formelumstellung häufig nötig  
keine Warnung, ob die – meist vier, was allerdings bei uns kaum vorkommen wird – Stackregister überzogen werden

Früher war das Argument der größeren Anzahl von Tastendrücken eine scharfe Waffe von HP mit seiner UPN gegen den lästigen Mitkonkurrenten TI. Dies stimmt nicht mehr.

Die Zahl der auf dem Markt angebotenen Rechner ist heute fast unüberschaubar geworden, selbst wenn man die für die Navigation mehr oder weniger geeigneten Modelle herausgreift. Es ist deshalb unmöglich, auf alle in Frage kommenden Typen auch nur annähernd einzugehen. Wegen der verschiedenen Leistungsfähigkeit unterscheiden sich die Rechner-typen vor allem durch ihr Eingabesystem, wovon wenige UPN und die meisten AOS verwenden (oder ein ähnliches System wie z. B. AEL). Die Hauptvertreter dieser beiden „Glaubensrichtungen“ sind HP und TI. Wenn fortan deshalb häufig von beiden die Rede ist, so bedeutet dies keine Abqualifizierung der übrigen Rechner, sondern TI steht stellvertretend für Rechner mit Algebraischer Eingabelogik (AEL) und HP für solche mit Umgekehrter Polnischer Notation (UPN).

## Speicher

Ein Speicher dient – wie der Name sagt – dazu, eine Zahl abzuspeichern und bei Bedarf wieder aufzurufen. Die Taste zum Abspeichern trägt auf fast allen Rechnern die Bezeichnung STO, während der Speicherinhalt mit der Taste **RCL** (*to recall* = zurückrufen) aufgerufen wird. Speicher ersetzen praktisch umständliches Notieren von langen Zahlen und das anschließende nochmalige Eintippen in den Rechner. Es ist nämlich keine Seltenheit, daß zehnstellige Zwischenergebnisse später wieder benötigt werden. Wird hierfür ein Speicher benutzt, so sind – je nach Fabrikat – höchstens sechs Tastendrucke nötig, während ohne Speicher schon beim Wiedereintippen mindestens zehnmal eine Taste betätigt werden muß. Das führt leicht zu Irrtümern, wobei noch nicht einmal berücksichtigt ist, daß auch beim Notieren Fehler gemacht werden können.

Damit sich ein Taschenrechner für die Navigation eignet, sollten mindestens zwei Speicher vorhanden sein.

## Wurzel- und trigonometrische Funktionen

Es kann gar nicht oft genug darauf hingewiesen werden, daß es zur Verwendung von Taschenrechnern in der Navigation nicht notwendig ist, die Bedeutung der trigonometrischen Funktionen zu kennen. Es reicht aus, wenn der Navigator die richtige Taste drückt und mit dem in der Anzeige erscheinenden Ergebnis logisch weiterrechnet. Rechner, die über die trigonometrischen Funktionen verfügen, werden auch technisch-wissenschaftliche Rechner genannt. Sie beinhalten auch die Umkehrfunktionen von Sinus, Tangens und Cosinus. Während die Bezeichnung der trigonometrischen Tasten selbst mit

**SIN** **COS** und **TAN**

kaum Zweifel aufkommen läßt, sind die Tasten für die Umkehrfunktionen je nach Rechnerfabrikat reichlich unterschiedlich gekennzeichnet. Bei den Rechnern von HP werden sie mit

$$\boxed{\text{SIN}^{-1}} \quad \boxed{\text{COS}^{-1}} \quad \text{und} \quad \boxed{\text{TAN}^{-1}}$$

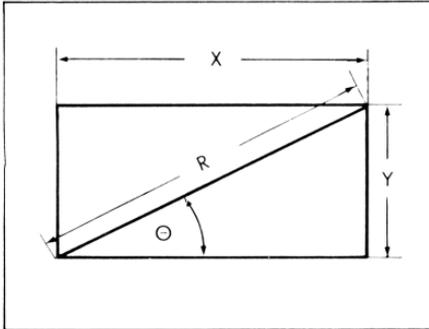
geführt.\* Bei den Erzeugnissen der Firma TI steht vor den trigonometrischen Funktionen lediglich ein  $\boxed{\text{INV}}$ , womit ausgedrückt ist, daß es sich um die Umkehrfunktion handelt. Bei anderen Fabrikaten findet sich auch die Bezeichnung  $\boxed{\text{ARCSIN}}$   $\boxed{\text{ARCCOS}}$  und  $\boxed{\text{ARCTAN}}$ . Zweifel über die Tastenbezeichnung lassen sich leicht ausschließen, indem zunächst aus einem Winkel, beispielsweise  $45^\circ$ , der Sinus gebildet und anschließend die Taste für die Umkehrfunktion gedrückt wird, worauf in der Anzeige wieder 45 erscheinen sollte.

## Umwandlung von polaren in rechtwinklige Koordinaten

Dies ist eine wichtige Taste, weil sie eine Tastenfolge von fünf bis 15 Tastendrücker ersetzt. Manche Formeln werden dadurch für die einfachen Rechner in der Praxis überhaupt erst anwendbar. Bei einem nicht programmierbaren Rechner ist ohne die Taste für die Umwandlung von polaren in rechtwinklige Koordinaten eine astronomische Navigation deshalb ausgeschlossen, weil sogar bei einfacheren Rechnungen derart lange Tastenfolgen benötigt werden, daß ein fehlerfreies Durchtippen praktisch ausgeschlossen ist. Mit Hilfe der Tastenfolge von Dr. Mietzsch auf Seite 112 wird dank dieser Taste auch einfachen Rechnern das Tor zur Astronavigation geöffnet.

---

\* Diese Bezeichnungen sollten in Formeln nicht verwendet werden, weil sie mathematisch zu Mißverständnissen führen können.



Mit der Taste  $\boxed{R/P}$  lassen sich auf einen Tastendruck aus  $x$  und  $y$  der Winkel  $\Theta$  und  $R$  berechnen – beziehungsweise aus  $\Theta$  und  $R$  die Koordinaten  $x$  und  $y$ . Eine unentbehrliche Taste in der Navigation!

Die Bezeichnung dieser Taste ist ebenfalls je nach Rechnerfabrikat – leider – verschieden. Bei HP findet sich für die Umwandlung in die rechtwinkligen Koordinaten die Bezeichnung  $\boxed{R}$  und für die Umkehrfunktion  $\boxed{P}$ , während die Tasten bei TI mit  $\boxed{R/P}$  beziehungsweise  $\boxed{INV}$   $\boxed{R/P}$  benannt sind. Bei anderen Fabrikaten hat die gleiche Bedeutung der Ausdruck „R-P“.

Zusammengefaßt sollte ein Taschenrechner in der Navigation mindestens über folgende Eigenschaften verfügen:

- Ein geeignetes Eingabesystem – AOS, AEL oder UPN – muß vorhanden sein.
- Mindestens zwei Speicher.
- Neben den vier Grundrechnungsarten müssen die Funktionstasten für die trigonometrischen Funktionen, Wurzeln und für die Umwandlung in polare beziehungsweise rechtwinklige Koordinaten vorhanden sein.

## Genauigkeitstest

Alle Taschenrechner rechnen schneller und präziser, als es der beste Navigator jemals könnte. Trotzdem gibt es Unterschiede in der Genauigkeit, wobei gewisse Billigfabrikate unter bestimmten Rechenkonstellationen Ergebnisse bringen, die für die Praxis nicht mehr ausreichen. Ein einfacher Genauigkeitstest kann hier Aufschluß geben. Man drücke die Tastenfolge

**4** **5** **SIN** **COS** **TAN** **TAN<sup>-1</sup>** **COS<sup>-1</sup>** **SIN<sup>-1</sup>**

Kaum ein Rechner wird das Sollergebnis von 45,00000000 bringen. Mindestens die ersten drei Stellen hinter dem Komma müssen aber fehlerfrei sein, also entweder 45,000 usw. oder 44,999 usw. zeigen. Es soll Billigrechner geben, die bei diesem Test um ganze Grade danebenliegen.

## Der Rechner im Bordbetrieb

Die Sportschiffer können froh darüber sein, daß Taschenrechner nicht speziell für den Bordbetrieb angefertigt werden. Ihr Preis wäre – das zeigt die Erfahrung – mindestens zehnmal höher, als wir im Kaufhaus bezahlen müssen. Elektronenrechner sind jedoch – das tröstet – von ihrer Konstruktion her recht robuste Geräte, die auch an Bord einer Yacht zuverlässig ihren Dienst erfüllen. Wie bei allen Halbleiterelementen (das sind die Dinger, die die veralteten Transistoren und Röhren abgelöst haben) ist es nicht besonders wahrscheinlich, daß sich nach einer längeren Laufzeit noch Fehler ergeben. Sind nämlich die verwendeten Chips, ICs, Mikroprozessoren, oder wie die Bauelemente der Rechner alle heißen, nicht in den ersten Betriebsstunden ausgefallen, so ist eine derartige Störung auch später nicht mehr zu erwarten – außer bei mechanischen Beeinträchtigungen.

Daß der Rechner keinem Salzwasser ausgesetzt werden darf, ist selbstverständlich. Gift sind natürlich nasse Finger, die Salzwassertropfen am

Rande der Tasten mit Sicherheit in das Recheninnere bringen. Arbeitet der Navigator nur selten mit dem Rechner, wird er zum Schutz in eine dünne Klarsichtfolie gesteckt, so daß im Notfall auch gerechnet werden kann, ohne den Rechner jedesmal auspacken zu müssen. Bei wertvollen Rechnern empfiehlt sich die Aufbewahrung in einem möglichst luftdicht schließenden Kästchen, wobei ein Gasesäckchen mit Silicagel beigegeben wird. Allein dies garantiert auf einer seegehenden Yacht eine trockene Aufbewahrung.

Hat das Silicagel größere Mengen Feuchtigkeit aufgesogen und ist es somit gesättigt, verfärbt es sich rosa. Damit ist es nicht mehr funktions-tüchtig. Auf der Bratpfanne über dem Primusherd kann es aber, ohne Schaden zu nehmen, „ausgekocht“ werden, bis es wieder seine ursprüngliche Farbe (blau bis dunkelblau) erreicht hat. Dies zeigt, daß es keine Flüssigkeit mehr enthält und damit wieder bereit ist, seinen Dienst als Feuchtigkeitsschutz für den Rechner zu erfüllen.

Besonders empfindlich sind naturgemäß vollprogrammierbare Rechner, bei denen mittels Magnetkarte nicht nur ein Navigationsprogramm, sondern eventuell auch Salzkristalle in den Rechner eingeschoben werden. Damit ist auch das Ende des Rechners vorprogrammiert. Aber selbst trockene Magnetkarten sind durch starke Magnetfelder gefährdet. Es soll schon vorgekommen sein, daß ein ganzer Satz gelöscht wurde, weil er versehentlich in der Nähe des Radars abgelegt wurde.

Ein etwas problematisches Kapitel ist die Stromversorgung der Elektronenrechner. Jene Rechner, die über eine LCD-Anzeige (Liquid Cristal Display) und über eine C-MOS-Technik verfügen, also mit Minibatterien ein Jahr und mehr auskommen, sind nur in seltenen Fällen (Ausnahme: HP 41C) so leistungsfähig, daß sie für die Navigation etwas taugen. Rechner, die für uns in Frage kommen, sind meistens rechte Stromfresser und verbrauchen schon nach wenigen Stunden ihren eingebauten Stromvorrat auf. Hierbei ist es gleichgültig, ob sie mit handelsüblichen Batterien oder mit wiederaufladbaren Akkus gespeist werden.

Wenn der Navigator seinen Rechner nur selten zu Berechnungen benutzt, so mag es sein, daß er einen ganzen Törn mit ein oder zwei Batteriepaketen auskommt. Befriedigend ist dies aber nicht. Nichts

macht nämlich nervöser als die Möglichkeit, daß mitten in einer komplizierten Rechnung der Strom derart nachläßt, daß die Ergebnisse unbrauchbar werden. Richtiger Gebrauch eines Rechners vorausgesetzt, ist nämlich eine zu geringe Spannung die einzige in der Praxis vorkommende Fehlermöglichkeit. „Geizige“ Stromversorgung führt auch dazu, daß der Navigator ständig seinen Rechner ein- und ausschaltet und dann doch wieder auf Kopfrechnungen zurückgreift, um den wertvollen Strom zu sparen. Einen derartigen „Bordbetrieb“ sollte man vermeiden.

Zu den meisten Rechnern gibt es Ladegeräte, die auch ans Bordnetz angeschlossen werden können, also mit 12 Volt arbeiten. Sowohl HP als auch TI bieten recht preiswert diese für den Navigator so enorm wichtigen Zubehörteile an. Falls zu dem im Einzelfall verwendeten Rechnerfabrikat ein Bordnetzgerät nicht erhältlich ist, so wende man sich an ein Elektrogeschäft, in dem der Slogan „Dienst am Kunden“ noch etwas bedeutet. Jeder elektronisch Halbgebildete kann die Zubehörteile nennen, die notwendig sind, um ein kleines – primitives – Bordnetzgerät zu bauen, wobei die Teilekosten selten mehr als 20 DM betragen sollten. Je nach Spannung, mit der der Rechner arbeitet, wird es dabei notwendig sein, die vorhandenen 12 Volt entsprechend herunterzuregulieren und vor allem den in den Rechner fließenden Strom auf einen Höchstwert zu begrenzen (ca. 70 Milliampere).\*

Die einzige praktische Schwierigkeit wird hierbei sein, einen entsprechenden Stecker zur Speisung des Rechners zu bekommen, weil diese selten handelsüblich sind. Die Hersteller- oder Verkaufsfirmen sollten hierbei weiterhelfen können.

---

\* Ein solches Ladegerät kann nur für Rechner gebaut werden, die aus dem Anschlußstecker (am Gehäuse) Gleichstrom beziehen.

# 4 Die wünschenswerten Extras

## Zeit- und Winkelumwandlungen

Jeder Taschenrechner arbeitet nur im Dezimalsystem. Das heißt, er kann mit dem Begriff „1 Stunde 30 Minuten“ unmittelbar nicht viel anfangen; ihm muß 1,5 eingegeben werden.

Bei diesem Beispiel stößt das sicher nicht auf allzu große Schwierigkeiten. Anders ist es dagegen, wenn beispielsweise in der astronomischen Navigation mit „12 Uhr 22 Minuten 12 Sekunden“ gerechnet werden soll. Es ist ziemlich mühsam, dies in Dezimalstunden umzurechnen, wenn der Rechner nicht über eine entsprechende Taste verfügt, die sofort 12,37 angibt. Tatsächlich hat diese kleine Hürde, die mit einer entsprechenden Umwandlungstaste leicht genommen werden kann, den Siegeszug der Elektronenrechner in der Navigation ziemlich gehemmt. Oftmals ist es nämlich so, daß die Umwandlung von Zeiteinheiten in Dezimalstunden mehr Arbeitsgänge erfordert als die eigentliche Formel.

Nachdem auch Erdkoordinaten (Länge und Breite) Winkleinheiten sind, also in Grad, Minuten und Sekunden angegeben werden können, hilft auch hier die Taste weiter. Und welche Navigation kommt ohne Koordinaten aus? Die Bezeichnung dieser Taste ist leider auch je nach Rechnerfabrikat verschieden.

Werden Stunden (Grad), Minuten und Sekunden in Dezimalstunden (Dezimalgrad) umgewandelt, lautet die Bezeichnung

bei HP:

bei TI:

Die Rückverwandlung von Dezimalstunden (Dezimalgrad) in Stunden (Grad), Minuten und Sekunden lautet

bei HP: H.MS  
 bei TI: INV D.MS

Doch mit der Taste D.MS sind noch nicht alle Probleme gelöst. Nicht gerade konsequent werden nämlich in der Navigation häufig Mischzahlen benutzt. Es wird die Schiffsbreite niemals mit 30 Grad 44 Minuten 15 Sekunden angegeben, sondern immer mit 30 Grad 44,25 Minuten. Das heißt, die Sekunden werden nicht mehr ausgewiesen, sondern lediglich die Zehntelbruchteile der Minuten. Und eine derartig unlogische Mischzahl verkraftet auch eine leistungsfähige Gradumwandlungstaste auf den Rechnern nicht ohne weiteres.

Man kann sich hier nun auf zweierlei Art behelfen. Entweder rundet man die Bruchteile der Minuten auf volle Minuten auf und benutzt anschließend die Taste D.MS (was bei Koordinaten in der Praxis kaum zu wesentlichen Ungenauigkeiten führt), oder aber man wandelt – und das ist am genauesten und nicht sehr schwer – die Bruchteile der Minuten in Sekunden um. Dies geht sehr einfach dadurch, daß im Kopf (was sonst vermieden werden wollte) die Bruchteile der Minuten ganz einfach mal 6 genommen werden. Was unmittelbar die Sekunden ergibt. 1 Grad 22,2 Minuten sind 1 Grad 22 Minuten und 12 Sekunden. Diese 1 Grad 22 Minuten und 12 Sekunden können dann als 1,2212 mit der Taste D.MS in 1,37 Grad blitzschnell umgewandelt werden.

Bekommt man als Ergebnis aus dem Rechner richtigerweise Dezimalgrad, so müssen auch nach Anwendung der Umwandlungstaste die Sekunden durch 6 geteilt werden, so daß letztlich die Zehntelminuten dann wieder herauskommen. Obwohl also die Zeit- oder Gradumwandlungstaste bei „Mischzahlen“ niemals als perfekt anzusehen ist, bedeutet sie doch eine sehr große Hilfe.

## Speicherplätze

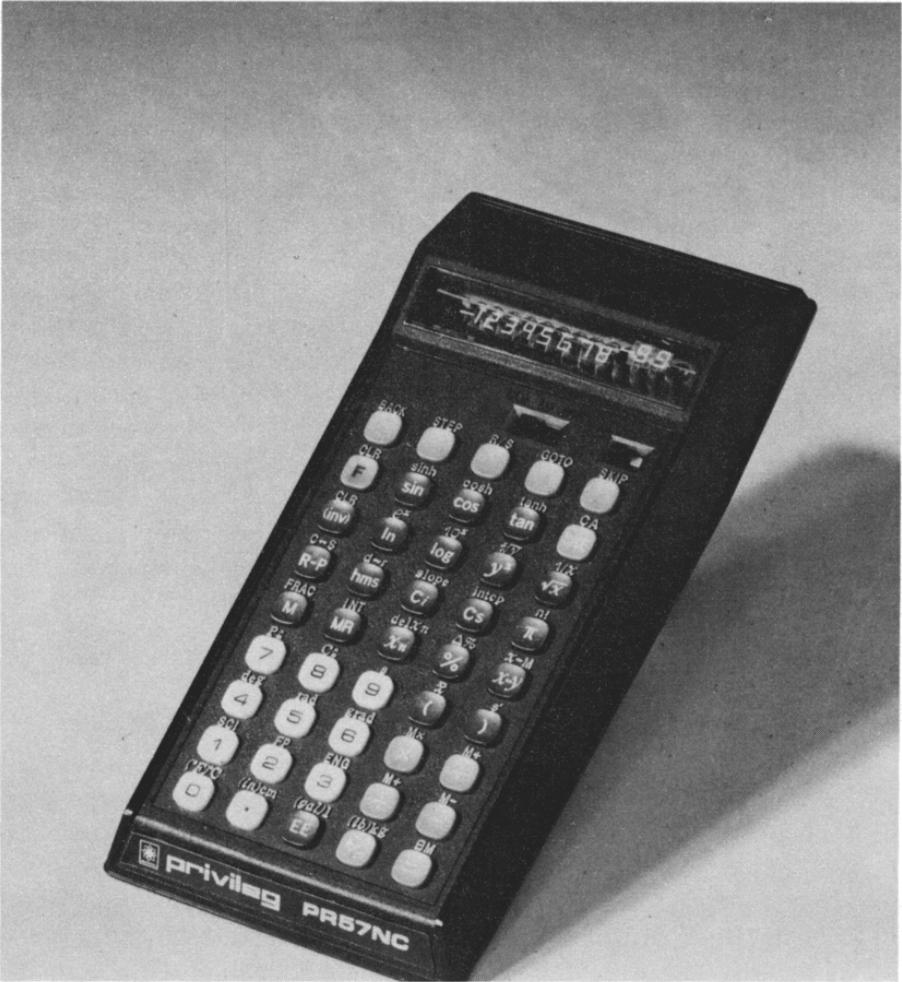
Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß zur Mindestausrüstung eines für die Navigation geeigneten Taschenrechners zwei Speicherplätze zur Verfügung stehen müssen. Hier gilt aber: Je mehr – desto besser! Wenn der Navigator sich nicht nur mit einfachsten Berechnungen begnügt, so wird er sich bald fünf Speicher oder gar zehn wünschen. Ist der Rechner nicht programmierbar, sind zehn Register wohl ein Optimum, weil ansonsten der Navigator letztlich die Übersicht verliert. Er muß dann schon mit Schemas arbeiten, worin er peinlich genau aufzeichnet, in welchen Speicher er nun seine einzelnen Zeichenwerte ablagert. Es wäre also sinnlos, für einen Rechner viel Geld auszugeben, wenn er über 20 Speicher verfügt, aber nicht programmierbar ist.

Ob es sich um rechnende Speicher handeln muß, also um Speicher, in die hineingerechnet werden kann, ist umstritten. Der Autor hat die Erfahrung gemacht, daß die „Speicherarithmetik“ nicht unbedingt notwendig ist. Dies ist von Navigator zu Navigator aber sicher verschieden; bei manchem Rechenschema mag sie von großem Vorteil sein.

## Programmierbarkeit

Ein programmierbarer Rechner hat die Fähigkeit, eine einmal vorgegebene Tastenfolge auf einen einzigen Tastendruck hin beliebig oft zu wiederholen. Der Vorteil liegt auf der Hand. Hat der Navigator einen Rechengang eingegeben, so muß er beim nächstenmal diese Arbeit nicht wiederholen, sondern er drückt einfach eine Programmtaste, worauf der Rechner genau die vorher eingetippte Tastenfolge wiederholt. Das bedeutet neben dem Zeitgewinn eine wesentlich erhöhte Sicherheit beim Rechnen. Tippfehler – die häufigste Fehlerquelle beim Umgang mit Taschenrechnern – sind damit nahezu ausgeschlossen.

Es ist für den Besitzer von nichtprogrammierbaren Taschenrechnern möglicherweise eine kleine Enttäuschung, aber es muß ganz klar festge-



*Auch im Versandhandel gibt es gute und vor allem preiswerte Rechner. Für 128 DM bietet der PR57NC von Quelle immerhin 72 Programmschritte, die allerdings beim Ausschalten des Rechners unwiderruflich verloren sind. Kein Bordnetzgerät erhältlich!*

stellt werden, daß in der Navigation einfache Rechner den programmierbaren weit unterlegen sind. Viele Formeln, die früher nicht benutzt werden konnten, können mit einfachen Rechnern auch kaum in der Praxis eingesetzt werden.

Wenn der Navigator also noch vor dem Kauf eines Rechners steht, so sollte er sich unbedingt einen fertig programmierten oder einen programmierbaren Rechner kaufen. Natürlich ist dies auch eine Frage des Geldes. Man darf nun allerdings nicht hergehen und den Preis eines programmierbaren Rechners (ab 250 DM) mit einem Billigmodell von 20 DM vergleichen, sondern man sollte sich fairerweise eingestehen, daß so ein elektronisches Wunderding mit dem Gegenwert von einigen tausend Transistoren preiswerter ist als eine ganz primitive Logge, in der sich vielleicht fünf Transistoren befinden. Man sollte auch daran denken, daß programmierbare Rechner – in der Hand eines Navigators – heute Leistungen erbringen, zu denen Großcomputer noch vor zwei Jahrzehnten nicht annähernd in der Lage waren.

# 5 Die programmierbaren Rechner

Ein programmierbarer Rechner läßt sich gut mit einem Tonbandgerät vergleichen. Wenn hier über Mikrophon eine Anzahl von Informationen auf das Band aufgespielt werden, kann es diese beliebig oft abspielen, ohne daß sie irgendwie „verbraucht“ werden.

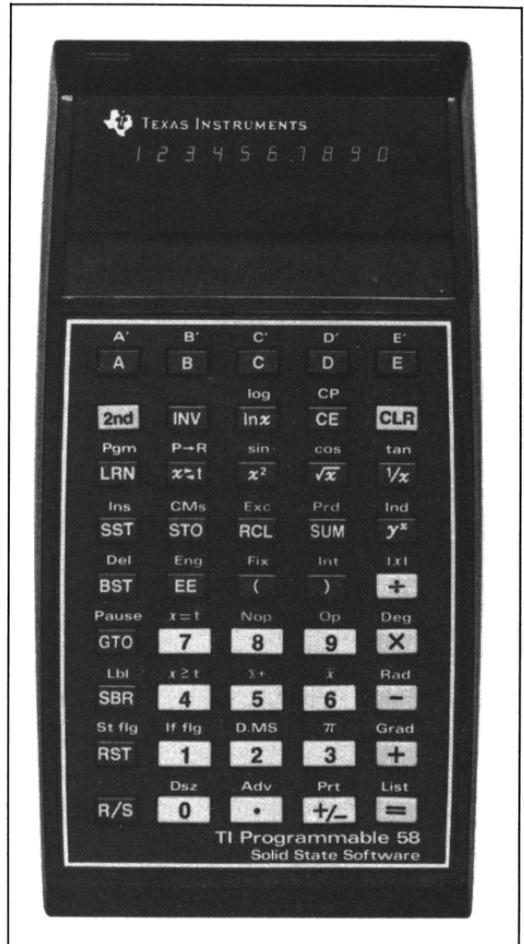
Auf jedem programmierbaren Rechner finden sich sogenannte Programmtasten, die nichts anderes als sogenannte Leertasten darstellen. Meistens haben sie als Bezeichnungen die ersten Buchstaben aus dem Alphabet wie A, B, C, D, E. Schaltet man den Rechner ein und drückt anschließend die Programmtaste **A**, so würde (je nach Fabrikat) die Anzeige blinken, weil die Taste **A** – noch – keine Bedeutung hat. Dies ändert sich dann, wenn der Taste eine Reihe von Befehlen zugeordnet werden.

Ein ganz einfaches Beispiel mag dies verdeutlichen:

Eine Yacht verbraucht bei Marschfahrt (6,5 kn) ziemlich genau 2,2 Liter, wie der Navigator bei zahlreichen Meilenfahrten schon ermittelt hat. Er möchte sich nun ein Programm zurechtlegen, das ihm jeweils sagt, wieviele Seemeilen er noch im Tank hat, wenn er die verbliebenen Liter dem Rechner eingibt. Zu diesem Zweck wird er der Taste **A** folgende Aufgaben zuordnen:

1. Teile die eingegebene Brennstoffmenge (Anzeigewert) durch 2,2.
2. Multipliziere das Ergebnis mit 6,5.
3. Zeige das Ergebnis an.

Je nach Eingabeformat (AOS oder UPN) wird der Navigator nach Betäti-



Der TI 58 unterscheidet sich vom Spitzenmodell von Texas Instruments äußerlich gar nicht und ansonsten durch die Anzahl der Programmschritte, nämlich bis zu 480. Im Gegensatz zum TI 59 kann das Programm nicht auf Magnetkarten aufgezeichnet werden. Mit ca. 350 DM äußerst preiswert, zumal mit einem einlegbaren Modul, z. B. dem Naviprogramm 2000, der TI 58 zu einem der leistungsfähigsten Navigationsrechner überhaupt gemacht werden kann. Der TI 58 wird auch mit ewigem Gedächtnis geliefert, nämlich als TI 58C.

gung der entsprechenden Taste für „Aufnahme“ diese Programmfolge eintippen:

<i>TI (AOS)</i>	<i>HP (UPN)</i>
LBL	LBL
A	A
÷	ENTER
2	2
.	.
2	2
×	÷
6	6
.	.
5	5
=	×
R/S	R/S

In diesem Programm sind alle drei Schritte vereinigt. **LBL** **A** bedeutet nichts anderes, als daß **A** die Überschrift des Programms darstellt, mit **A** also das Programm aufgerufen werden kann. In den nächsten Schritten wird dann mit dem Anzeigewert – so als ob der Navigator dies per Hand machen würde – das Ergebnis ausgerechnet, während die letzte Taste **R/S** den Rechner dazu veranlaßt, anzuhalten, um das Ergebnis anzuzeigen.

Wenn dieses Programm dem Rechner eingegeben ist, braucht der Navigator zur Berechnung der im Tank verbliebenen Seemeilen lediglich die Taste **A** zu drücken. Gibt er beispielsweise 145 Liter Brennstoff, also 145, in den Rechner ein und betätigt anschließend die Taste **A**, so hat er in Bruchteilen von Sekunden das Ergebnis, das ihm anzeigt, daß er rein rechnerisch noch 428,41 sm zurücklegen kann. Bei 180 Liter wären es 531,82 sm.

In der Praxis gibt es aber wohl kaum einen Navigator, der wegen einer so einfachen Rechnung gleich seinen Rechner programmiert. Denn Rechnungen dieser Art kommen so selten vor, daß es sicher einfacher ist, sie dann schnell per Hand durchzuführen. Es zeigt aber andererseits, wie einfach die Programmierung eines Taschenrechners ist und daß dies auch bei schwierigeren Problemen eigentlich eine ganz unterhaltsame Denksportaufgabe sein kann.

Obwohl beim obigen Beispiel nur eine einzige „Variable“ (das ist die von Fall zu Fall veränderliche Eingabe) benutzt wurde, hat der Rechner immerhin, je nach Fabrikat, schon über zehn Programmschritte verbraucht. Wenn beim Eingeben eines Programms eine Taste gedrückt wird, so entspricht dies einem Programmschritt. Die Zahl von 6,5 kn belegt also bereits drei Schritte. Dies zeigt, daß die Verwendungsfähigkeit eines programmierbaren Rechners in erster Linie dadurch bestimmt wird, wie groß seine Programmkapazität ist. 50 Programmschritte stellen deshalb in der Praxis die unterste Grenze an notwendiger Programmkapazität dar.

Aber Vorsicht, die reine Anzahl der Programmschritte darf nicht so wörtlich genommen werden! Während beispielsweise bei den Rechnern von TI stur jeder Tastendruck eine ganze Programmzeile aufbraucht, kann bei anderen Rechnertypen (beispielsweise HP) unter Umständen eine Programmzeile mit mehreren Befehlen belegt werden. Ein Beispiel hierfür ist eine gewöhnliche Speicherbelegung. Soll ein Anzeigewert im Register 2 abgespeichert werden, so geschieht dies bei Rechnern von TI durch die Programmfolge

STO

02

Das sind zwei Programmzeilen. Bei HP dagegen hat der Befehl

STO 2

in einer einzigen Programmzeile Platz.

Damit der Leser sich einen Begriff von der erforderlichen Programmkapazität machen kann, werden im Anschluß einige Beispiele für den bean-

spruchten Platzbedarf gegeben, wobei selbstverständlich je nach Rechner- und Geschicklichkeit des Programmierers ziemliche Unterschiede bestehen. Als Faustregel kann angegeben werden, daß für 100 Programmschritte bei Texas Instruments etwa 60 Programmschritte bei Hewlett Packard benötigt werden. Bei der folgenden Aufstellung (die für TI gilt) sind also bei den größeren Programmen etwa 30 bis 40 Prozent der Programmschritte abzuziehen, um auf die erforderliche HP-Kapazität zu kommen.\*

Umrechnung von Grad, Minuten und Sekunden in Dezimalgrad	ca. 8 Schritte
der umgekehrte Vorgang nochmals	ca. 8 Schritte
Höhenwinkel bei einem Objekt hinter der Kimm	ca. 30–40 Schritte
Azimut und Höhenwinkel aus gegebener Schiffsbreite, LHA, Deklination	ca. 30–40 Schritte
dasselbe mit Umwandlung in Dezimalgrad und Rückverwandlung	ca. 60 Schritte
dasselbe, jedoch mit Eingabe von Greenwichwinkel und Schiffslänge	ca. 80 Schritte
dasselbe, jedoch mit Eingabe von Deklination und Greenwichwinkel zur vorangegangenen und nachfolgenden vollen Stunde	ca. 100 Schritte
dasselbe mit Berechnung der gesamten Standlinie	ca. 150 Schritte
dasselbe, jedoch mit Berechnung des gesamten Schiffsortes aus zwei Messungen (mit oder ohne Versegelung)	ca. 220 Schritte
dasselbe, jedoch ohne Eingabe von Daten aus dem Nautischen Jahrbuch	ca. 1000 Schritte

Für ein solches Programm kommen also nur der TI 59 und der HP 41C in Frage, da nur sie zur Zeit (Mai 1981) über genügend Programmplatz verfügen.

---

\* gilt nicht mehr für den HP 41C

Es sind aber nicht nur die Programmschritte für die Kapazität eines programmierbaren Rechners entscheidend, sondern auch die Anzahl der Register. Wenn nämlich beispielsweise vierziffrige Zahlen in ein Programm eingebaut werden, so benötigt jede einzelne Ziffer einen ganzen Programmplatz, sowohl bei HP als auch bei TI. Wenn aber eine derartige Zahl in einen Speicher untergebracht wird, so genügt im Programm ganz einfach der Befehl RCL 2, damit aus dem zweiten Speicher diese Zahl hervorgezaubert wird. Bei der Aufstellung der Programmschritte sind allerdings die Speicher schon berücksichtigt.

Das derzeit\* leistungsfähigste Modell von TI, der TI 59, verfügt über 960 Programmschritte oder (!) 120 Speicher. Innerhalb dieser Grenzen läßt sich mit Hilfe der sogenannten Speicherbereichsverteilung die Kapazität des TI 59 verteilen. Wenn also der TI 59 mit seinen gesamten 960 Schritten arbeitet, steht ihm nicht ein einziger Speicher mehr zur Verfügung. Werden 60 Speicher benötigt, verbleiben 480 Programmschritte.

Die in der Aufstellung angegebenen Beispiele sind wahllos herausgegriffen und dienen nur dazu, um aufzuzeigen, wie mit Erhöhung der Ansprüche sofort der benötigte Programmplatz steigt.

---

\* Stand Mai 1981

## **Halbprogrammierbar und „ewiges Gedächtnis“**

Die Aufstellung zeigt aber noch etwas: Gerade die in der Anwendung viel interessanteren Programme mit wenig Eingaben, bei denen also die Hauptarbeit dem Rechner überlassen werden soll, eignen sich nicht für Rechner, die nach ihrem Ausschalten das Programm wieder verlieren. Wenn es nämlich jedesmal neu eingetippt werden muß, so kann der Navigator die Rechnung genauso gut auch von Hand machen.



Der HP 29C ist mit 98 Schritten programmierbar. Wenn er ausgeschaltet wird, bleibt das Programm trotzdem erhalten, weil er über ein ewiges Gedächtnis verfügt. Wenn allerdings die 98 Schritte anderweitig benötigt werden, ist das alte Programm verloren. Aufzeichnungsmöglichkeit auf Magnetkarten besteht nicht.



Der HP 19C unterscheidet sich vom 29C durch die Möglichkeit, Ergebnisse auszudrucken (Logbuch!) und Programme aufzulisten.

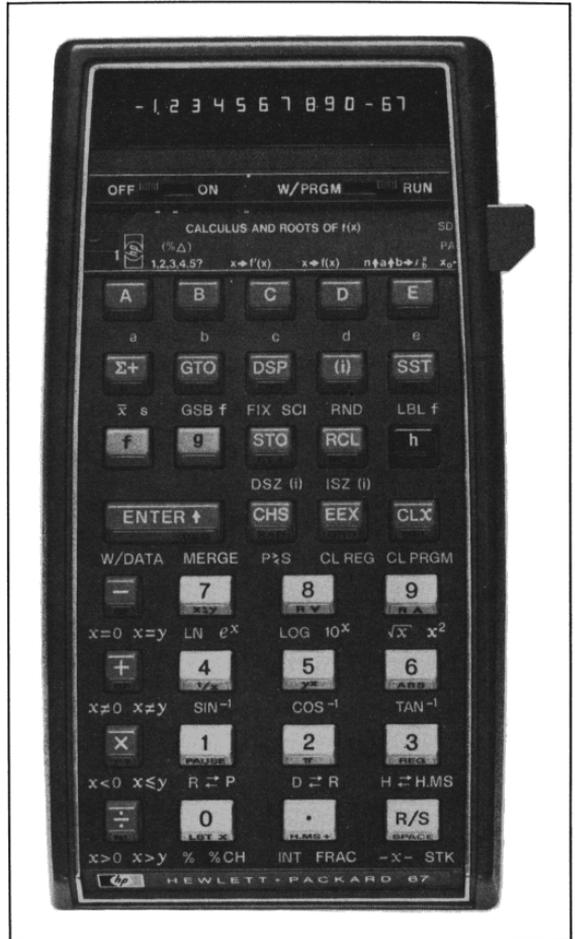
Trotzdem haben auch diese halbprogrammierbaren Rechner in der Praxis einen großen Vorteil. Wenn der Navigator zuerst das Programm eingibt, statt die Rechnung gleich durchzuführen, so hat er immerhin die Möglichkeit, sein Programm mit einem Probewert zu überprüfen, um dann die Rechnung zu machen. Dies bedeutet vielleicht zehn Sekunden mehr Zeitaufwand, schließt aber Rechenfehler weitgehend aus.

Ein wenig besser sind jene halbprogrammierbaren Rechner (also ohne Magnetkarten) mit einem sogenannten ewigen Gedächtnis oder, wie auf den Rechnern aufgedruckt ist, mit einem *continuous memory*. Wenn der Rechner ausgeschaltet wird, so bleibt trotzdem das einmal eingegebene Programm über Monate hinweg erhalten. Hier lassen sich also wirklich Höhen- und Azimutformel zu Beginn des Törns eingeben und dann beliebig oft während des ganzen Törns benutzen. Allerdings kann der belegte Programmplatz nicht für andere Programme benutzt werden, weil damit das Hauptprogramm zerstört wird.

## Vollprogrammierbar

Am besten eignen sich vollprogrammierbare Taschenrechner, bei denen das einmal eingegebene Programm auf Magnetkarten aufgezeichnet werden kann, so daß ähnlich wie bei einem Tonbandgerät das Programm beim nächstenmal nicht mühsam wieder in den Rechner eingetippt werden muß, sondern mit Hilfe von Magnetkarten in den Rechner eingeschoben wird. Diese sind voll tauglich für die Navigation. Sie setzen sich deshalb immer mehr durch, weil sie in ihrer Leistung doch allen Rechnern weit überlegen sind.

Das Hauptargument für die vollprogrammierbaren Rechner liegt in der Sicherheit der Berechnung. Nur mit vollprogrammierbaren Rechnern kann die Hauptursache für Fehler beim Umgang mit Taschenrechnern, nämlich Tippfehler, nahezu ausgeschlossen werden.



*Wahrscheinlich der beliebteste Taschenrechner unter den Vollprogrammierbaren. Seine Fans loben die eleganten Programmiermöglichkeiten und halten die Kapazität von 224 Schritten für ausreichend. Zum HP 67 beziehungsweise dem HP 97 (Druckerversion vom HP 67) gibt es von HP einen Magnetkartensatz mit guten Navigationsprogrammen, womit der HP 67 zu einem Navigationsrechner wird.*

Freilich – und das hat den Siegeszug der Rechner etwas gehemmt – sind für vollprogrammierbare Rechner auch entsprechend anwenderfreundliche Programme nötig. Es ist schade, daß die meisten Navigatoren sich ganz einfach überfordert fühlen, eigene Programme aufzustellen. (Das hängt sicher mit unangenehmen Erinnerungen an die Mathematikstunden in der Schulzeit zusammen.) Die Abneigung dieser Navigatoren ist dabei oft so groß, daß sie nicht einmal den Versuch dazu machen. Dabei stellt dies gerade einen großen Reiz dieser Wunderwerke der Technik dar.

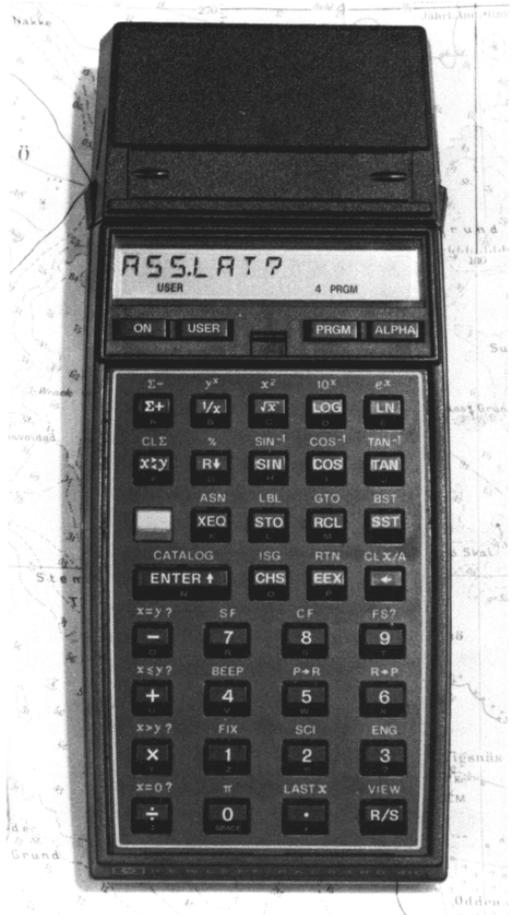
Es kann nicht oft genug betont werden, daß es für jeden, der nur mit etwas gesundem Menschenverstand ausgestattet ist, ein Kinderspiel ist, sich einfache Programme zurechtzubasteln. Der Reiz mag vielleicht auch darin liegen, daß es beim Erstellen eines eigenen Programms leicht möglich ist, eigene Ideen am Schreibtisch unmittelbar in die Tat umzusetzen, ohne daß hierzu größere Werkzeuge, Überlegungen oder sonstige Hilfsmittel notwendig sind. Insbesondere sind keinerlei mathematischen Vorkenntnisse über die Rechengrundregeln hinaus erforderlich. So handelt es sich beim Erstellen eines eigenen Programms um eines der wenigen Gebiete, wo in unserer hochtechnisierten Zeit auch ein einzelner schöpferisch für seinen persönlichen Bedarf oder auch zum Nutzen anderer tätig werden kann.

Es ist aber auch durchaus zu verstehen, wenn mangels Zeit nicht die Möglichkeit besteht, sich mit dieser Materie auseinanderzusetzen. Denjenigen bleibt immer noch der Ausweg, sich gegen ein bescheidenes Honorar von begeisterten „Rechnologen“ ein maßgeschneidertes Programm erstellen zu lassen\*, eines der fertigen Programme in Kapitel 8 zu übernehmen oder – nach schadlosem Überschlagen des nächsten Kapitels – sich mit Rechnern zu befassen, die schon fix und fertig mit fest eingebauten Navigationsprogrammen von beachtlicher Leistungsfähigkeit

---

\* Z. B. von Reinhold Wurster, Friedrichstr. 3, D-7433 Dettingen. Die Firmen TI und HP liefern für ihre programmierbaren Rechner ebenfalls fertige Navigationsprogramme.

Der HP 41C ist ein vollprogrammierbarer Taschenrechner (Preis des Grundmodells 780 DM). Seine Besonderheiten: zweizeilige alphanumerische LCD-Anzeige, Rechenzeit bei einmaliger Aufladung der Batterie neun bis zwölf Monate, in mehreren Betriebsarten alphanumerisches Tastenfeld, das mit Standard- oder eigenen Funktionen belegt werden kann. Zusatzgeräte: Speichererweiterungs- und Software-Moduln, Magnetkartenleser und Thermo drucker. Werden alle vier Anschlußbuchsen mit Speichererweiterungsmoduln bestückt, so hat man 314 zehnstellige Datenspeicher bzw. bis zu 2200 Programmzeilen zur Verfügung. Der Rechner kann Daten und Programme speichern, auch wenn er ausgeschaltet ist. Sie werden durch Tastendruck wieder hervorgerufen.



ausgerüstet sind. Der Selfmademan aber benötigt lediglich einen vollprogrammierbaren Rechner mit möglichst großer Programmkapazität (ab 100 Schritte), Geduld, die richtige Formel für das jeweilige Problem und ein ganz klein bißchen laienhafte Programmiertechnik. Das folgende Kapitel ist deshalb für jene gedacht, die mit Spaß leistungsfähige Programme entwerfen wollen.

## Programmiertechnik

Die programmierbaren Rechner sind in ihrer Leistung heute bereits so weit fortgeschritten, daß es höchst primitiv wäre, wenn der Ersteller eines Programms sich damit begnügen würde, eine Navigationsaufgabe irgendwie zu einem richtigen Ergebnis zu bringen. Vielmehr sollten unbedingt folgende Grundforderungen, die letztlich die Sicherheit diktiert, erfüllt werden:

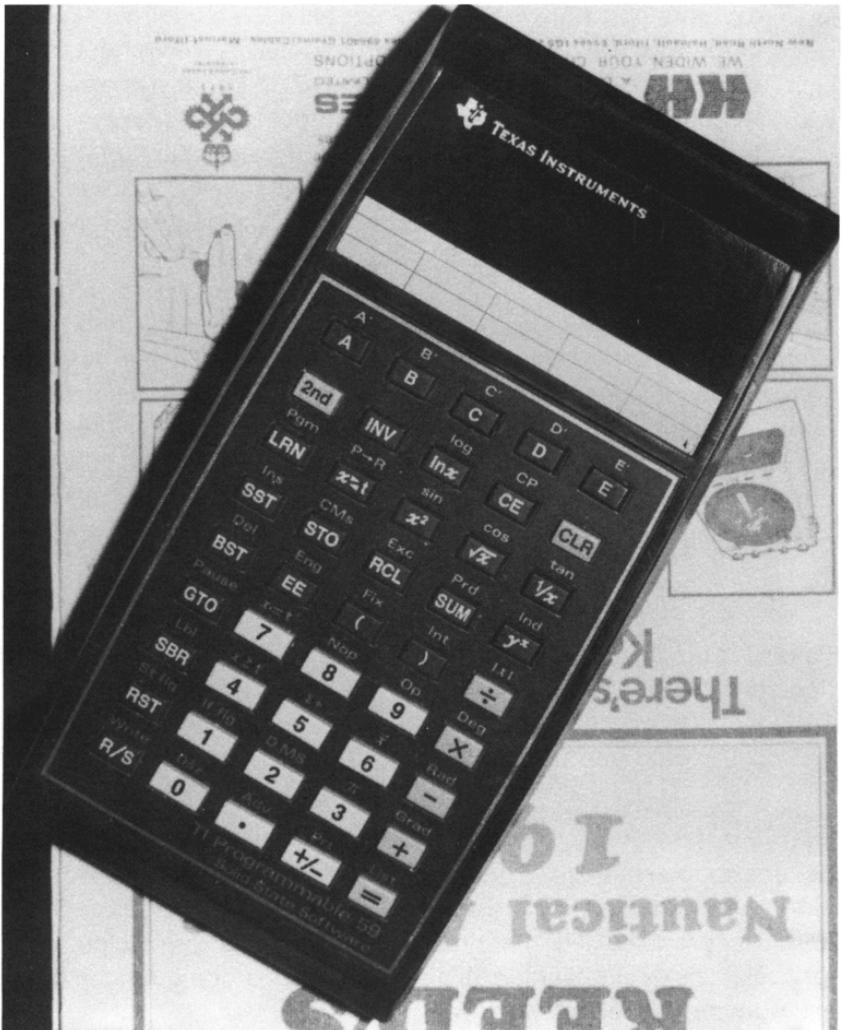
- Das angestrebte Ergebnis muß mit möglichst wenigen Eingaben erreicht werden.
- Das „Eingabeformat“ soll logischen Grundsätzen folgen.
- Das Ergebnis muß im gleichen Format ausgewiesen werden wie die Eingaben.
- Die Variablen müssen auf unkomplizierte Weise in den Rechner gebracht werden.
- Das Programm soll von jedermann angewendet werden können.

### Das Eingabeformat

#### *Koordinaten*

Über das richtige Eingabeformat sollte der Navigator sich vor seinem ersten Programm bereits ausgiebig Gedanken machen. Es ist nämlich sehr wichtig, daß bei sämtlichen Programmen, die er noch erstellen wird, möglichst Übereinstimmung in der Anwendertechnik vorherrscht. Es wirkt sich beispielsweise ganz ungünstig auf die Arbeit am Kartentisch aus, wenn mit Programmen gearbeitet wird, bei denen beispielsweise 15 Grad 02,4 Minuten als 15,024 und bei anderen Programmen wiederum als 1502,4 eingegeben werden.

Jedes Programm soll mit ganz kurzen, präzisen Gebrauchsanleitungen heruntergespielt werden können. Dies ist aber nur dann der Fall, wenn der Navigator immer ein und dasselbe Eingabeformat verwenden kann. Ansonsten müßte zunächst nachgesehen werden, ob bei diesem speziel-



Der TI 59 läßt sich mit bis zu 960 Schritten programmieren, wobei die Programme natürlich auf Magnetkarten aufgezeichnet werden können. Hierbei ist sogar Datenschutz möglich. Auch in den TI 59, wie in den TI 58, läßt sich das Modul Navipro 2000 einlegen, wodurch der TI 59 zum Spezial-Navigationsrechner wird.

len Programm  $42^{\circ}24,5'N$  als 42245 oder als 42,245 oder als 4224,5 in den Rechner getippt werden. Welches Format letztlich verwendet wird, bleibt sich gleich, doch sollte auch hier eine gewisse Logik vorherrschen. Dem widersprache beim obigen Beispiel die Eingabe 42,245 für eine Koordinate, weil rechts vom Komma eine Mischzahl steht, nämlich Minuten und Zehntelminuten. Logischer ist deshalb die Eingabe 4224,5, weil die Grade und Minuten als sexagesimales Format vom Dezimalformat, den Zehntelminuten, ganz klar durch das Komma getrennt sind.

Empfehlung: Koordinaten und Werte aus dem Nautischen Jahrbuch sollten so eingegeben werden, daß lediglich die Zehntelminuten rechts vom Komma stehen. Dies erfordert allerdings, daß auch bei den Eingaben sehr konsequent gearbeitet werden muß, weil der Rechner die Eingabe sonst gar nicht richtig verstehen kann. Wenn beispielsweise 163 Grad 4,8 Minuten eingegeben werden, muß deshalb unbedingt 16304,8 eingetippt werden. Die zwei Stellen für die Minuten müssen also erhalten bleiben, sonst liest der Rechner die Eingabe als 16 Grad 34,8 Minuten.

### *Himmelsrichtungen*

Es gibt keine festen Regeln, wie die Himmelsrichtungen bezeichnet werden sollen. Empfohlen wird aber:

Nord und West mit +

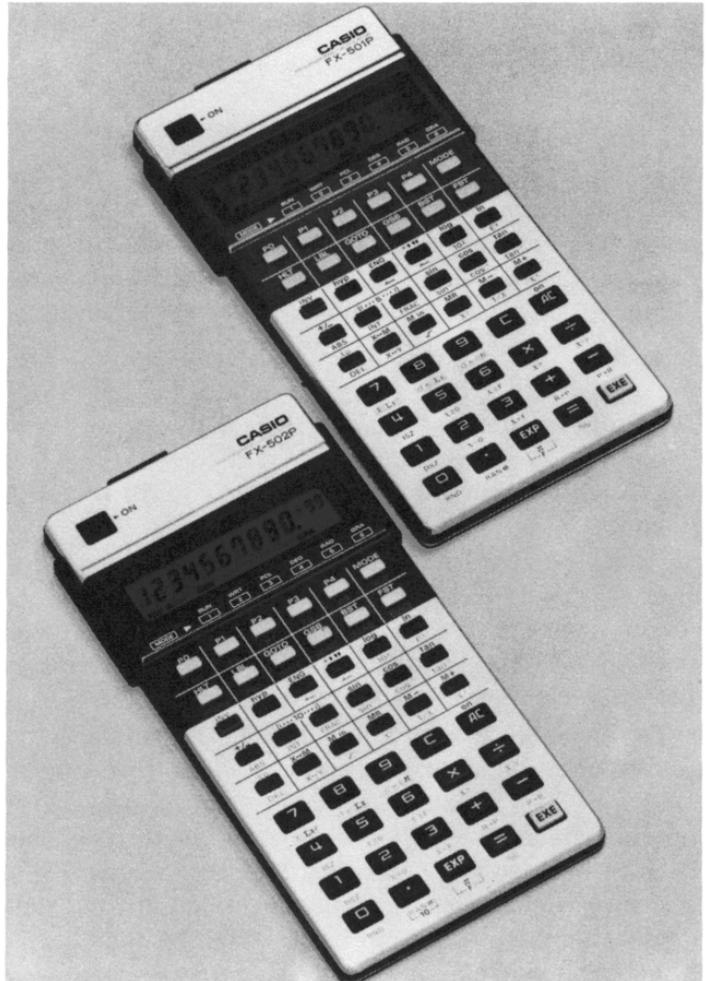
Süd und Ost mit - \*

### *Uhrzeiten*

Zeitangaben sollten zur Abgrenzung von Mischzahlen bei Koordinaten in einem etwas anderen Format eingegeben werden, weil es sich bei ihnen um sexagesimale Zahlen handelt. Dabei bleibt es sich gleich, ob Uhrzeiten als sechsstellige Zahlen eingegeben werden oder ob nach der Stunde ein Komma verwendet wird, was den Vorteil hat, daß im Programm die

---

\* Bei manchen Programmen werden westliche Längen mit negativem Vorzeichen verwendet, was zumindest in der Astronavigation nicht ganz logisch ist, weil dort der Greenwichwinkel, der immer mit positivem Vorzeichen versehen ist, ja auch nach Westen zählt.



*Die Japaner kommen. Diese Casio-Rechner sind mit bis zu 256 Programmschritten vollprogrammierbar. Mehrere Unterprogrammebenen und bis zu 22 Speicher stehen zur Verfügung. Das Neue: Für die Programmaufzeichnung werden keine Magnetkarten mehr benutzt, sondern der Rechner wird an einen handelsüblichen Cassettenrecorder angeschlossen. Damit wird das Programm auf eine Cassette aufgezeichnet und kann jederzeit abgerufen werden.*

Zeitumwandlungstaste  $\boxed{\text{D.MS}}$  unmittelbar eingesetzt werden kann (Programmplatz!).

### *Richtungen und Kurse*

Richtungen und Kurse werden in der Navigation üblicherweise von vornherein als Dezimalgrad benutzt, weil die Minuten oder gar die Zehntelminuten (beziehungsweise die Sekunden) weder zu steuern noch zu zeichnen sind. Deshalb ist es logisch, daß Richtungen auch so in den Rechner eingegeben und entsprechend wieder als Ergebnis angezeigt werden, also beispielsweise als  $182,5^\circ$ .

### **Die Programmtasten**

Die Eingaben müssen auf unkomplizierte Art in den Rechner gebracht werden.

Nur ganz wenige Programme arbeiten mit einer einzigen Variablen wie im Beispiel mit den Seemeilen im Tank. Bei fast allen navigatorischen Berechnungen sind mehrere Eingaben notwendig. Wenn aus einem Sextanthöhenwinkel der Abstand zu einem Leuchtturm berechnet werden soll, müssen mindestens die Höhe des Leuchtturms und der Sextantwinkel eingegeben werden, bei Objekten hinter der Kimm sogar noch die Augeshöhe. Eingaben können nur über die sogenannten Programmtasten  $\boxed{\text{A}}$   $\boxed{\text{B}}$   $\boxed{\text{C}}$   $\boxed{\text{D}}$  und  $\boxed{\text{E}}$  erfolgen. Eine weitere allgemeine Programmtaste stellt auf allen Rechnerfabrikaten die Taste  $\boxed{\text{R/S}}$  (bedeutet: RUN/STOP) dar. Zur Erklärung des Unterschiedes ist es am besten, sich den Programmspeicher einmal ganz bildhaft vorzustellen:

Ist der Rechner noch nicht programmiert, so hat der Programmspeicher Ähnlichkeit mit einem Buch, dessen Seiten unbeschrieben sind. Der Benutzer schlägt nun beim Programmieren eine beliebige Seite in diesem Buch auf und schreibt dort ein sogenanntes Label ein, also eine Überschrift, bestehend aus einer Programmtastenbezeichnung. Wenn beim *Programmieren* die Tasten  $\boxed{\text{LBL}}$   $\boxed{\text{A}}$  gedrückt werden, so ist dies nichts anderes, als wenn in das Buch die Überschrift A geschrieben wird.

Anschließend folgt dann das Programm, also eine bestimmte Tastenfolge. Wenn später im Rechenmodus die Taste **A** betätigt wird, so fragt der Rechner automatisch die verschiedenen Seiten des Buches ab, bis er auf die Seite gelangt, wo die Überschrift (LBL) A steht. An dieser Stelle beginnt er dann mit dem Rechnen, und zwar so lange, bis er zum Befehl STOP gelangt.

Wenn also eine bestimmte Programmtaste wie **A** **B** **C** **D** oder **E** gedrückt wird, so sucht der Rechner automatisch den Programmteil, an dessen Anfang diese Taste im Programm „notiert“ ist. Der Unterschied dieser Tasten zur Programmtaste **R/S** besteht nun darin, daß beim Drücken von **R/S** der Rechner seine Berechnung genau an dieser Stelle fortsetzt, an der er sich zufällig befindet. Er kehrt also nicht wie bei **A** zu einer ganz bestimmten Stelle im Programm („Buch“) zurück, sondern fährt dort fort, wo die vorherige Berechnung geendet hat. Über die Taste **A** kann also immer ein ganz bestimmter Wert eingegeben werden – gleichgültig, wo sich der „Programmzeiger“ gerade befindet –, während nachfolgend mit **R/S** zwar auch Eingaben in den Rechner eingebracht werden können, der Rechner sich aber auch gerade an der richtigen Stelle im „Buch“ befinden muß, damit er die Variable auch richtig verarbeitet.

Angenommen, zu einem Astroprogramm sind folgende Eingaben erforderlich: gegebene Schiffslänge, gegebene Schiffsbreite, Datum, Augeshöhe, Uhrzeit, gemessener Winkel.

Das Programm sei so angelegt, daß die einzelnen Eingabewerte zunächst einmal in ganz bestimmten Speichern abgelagert werden, aus denen sich das Programm hernach die benötigten Angaben selbständig herausholt. Nachdem hier sechs Eingaben zu verarbeiten sind, müßten sechs Programmtasten zur Verfügung stehen. Bei manchen Rechnertypen gibt es aber lediglich fünf Programmtasten. Deshalb muß auch mit der Taste **R/S** gearbeitet werden. **R/S** wird hierbei also bei der Eingabe als Programmtaste benutzt. Wenn dagegen R/S in einem Programm steht, so bedeutet dies nichts anderes, als daß das Programm an dieser Stelle anhalten soll. Dies ist die Doppelbedeutung von R/S, nämlich RUN oder

STOP. Ein Programm, mit dem die sechs Eingaben (Variablen) aufgenommen werden, könnte also folgendermaßen aussehen:

<i>Eingaben</i>	<i>drücken</i>	<i>Programm</i>
gegebte Schiffsbreite	<input type="text" value="A"/>	LBL A STO 01 R/S
gegebte Schiffslänge	<input type="text" value="B"/>	LBL B STO 02 R/S
Datum	<input type="text" value="C"/>	LBL C STO 03 R/S
Augeshöhe	<input type="text" value="D"/>	LBL D STO 04 R/S
Uhrzeit	<input type="text" value="E"/>	LBL E STO 05 R/S
gemessener Winkel	<input type="text" value="R/S"/>	STO 06 . . Berechnung einer Standlinie

R/S wird also hier sowohl als STOP-Befehl als auch bei der Eingabe des gemessenen Winkels als RUN-Befehl benutzt.

Man könnte den Beginn des Astroprogramms aber auch folgendermaßen aufbauen:

<i>Eingaben</i>	<i>drücken</i>	<i>Programm</i>
gegißte Schiffsbreite	<input type="button" value="A"/>	LBL A STO 01 R/S
gegißte Schiffslänge	<input type="button" value="R/S"/>	STO 02 R/S
Datum	<input type="button" value="R/S"/>	STO 03 R/S
Augeshöhe	<input type="button" value="R/S"/>	STO 04 R/S
Uhrzeit	<input type="button" value="R/S"/>	STO 05 R/S
gemessener Winkel	<input type="button" value="R/S"/>	STO 06 . . . Berechnung einer Standlinie

Der Vorteil dieser zweiten Möglichkeit liegt auf der Hand. Es wird nur eine einzige bestimmte Programmtaste aufgebraucht. Allerdings hat diese Art des Eingebens einen ganz großen Nachteil. Wenn beispielsweise bei einer zweiten Berechnung sich Uhrzeit und Sextantwinkel gegenüber der

ersten Berechnung verändert haben, so müssen sämtliche Eingaben wiederholt werden, damit mit Hilfe der Taste  $\boxed{R/S}$  auch die Seite im „ProgrammBuch“ erreicht wird, wo die Uhrzeit und der Sextantwinkel eingeschrieben werden sollen. Hierbei muß also noch einmal das Datum eingegeben werden, obwohl sich dieses mit Sicherheit neben einigen anderen Werten nicht geändert hat.

Deshalb muß gerade bezüglich der Eingabetechnik der Programmierarbeit genau überlegt werden, wie ein Programm am zweckmäßigsten gestaltet wird. Die Eingaben auf ein Minimum zu beschränken, heißt nämlich auch die Sicherheit eines Programms zu erhöhen, ein Faktor, der bei der Navigation allerersten Rang hat.

### **Das anwenderfreundliche Programm**

Der praktische Nutzen eines Programms wird in erster Linie davon bestimmt, wie leicht und fehlerfrei es in der Hand eines jeden anzuwenden ist. Die Arbeit mit einem Rechnerprogramm soll sich in drei Schritten abspielen:

1. Die Variablen werden eingegeben.
2. Der Rechner wird gestartet und rechnet.
3. Das Ergebnis wird angezeigt, und die weiteren Ergebnisse werden abgerufen (meist mit der Taste  $\boxed{R/S}$ ).

Es versteht sich von selbst, daß der Navigator nur beim ersten und beim dritten Schritt aktiv beteiligt ist. Ein Programm, bei dem der Rechner anhält, um irgendwelche uninteressanten Zwischenergebnisse anzuzeigen, ist praktisch nicht brauchbar, wenn der Mann am Kartentisch daraufhin den Rechner erst wieder starten muß. Die Tätigkeit des Navigators muß darauf beschränkt sein, so einfach wie möglich die Variablen einzugeben und das Ergebnis abzuwarten. Hier kann er nur bei der Eingabe Fehler machen. Die Konzentration, Tippfehler zu vermeiden, erstreckt sich deshalb nur über einen sehr kurzen Zeitraum der gesamten Berechnung.

Neben der Gefahr des Vertippens besteht aber auch die Möglichkeit, daß die Variablen in der falschen Reihenfolge eingegeben werden. So schnell ein Taschenrechner auch rechnet, so komplizierte Vorgänge er in Sekunden auch auflöst, so dumm ist er doch eigentlich. Er kann niemals selbst mitdenken. Wenn bei der Taste A dem Rechner beispielsweise die gegebene Schiffsbreite mit 40 Grad 12 Minuten eingegeben werden soll, der Navigator aber aus Versehen die Schiffslänge von 10 Grad 24 Minuten Ost (also  $-1024$ ) eingibt, so wird der Rechner eben  $-1024$  als eine gegebene Schiffsbreite von 10 Grad 24 Minuten Süd interpretieren, damit weiterrechnen und ein vollkommen falsches Ergebnis bringen. Um solche Fehler zu vermeiden, muß der Navigator in einer Art Dialog mit dem Rechner zusammenarbeiten.

#### *Der Dialog mit dem Rechner*

Denkbar wäre beispielsweise, daß der Rechner nach der Eingabe der Schiffsbreite durch das Wort „Schiffslänge?“ in der Anzeige den Navigator zur richtigen Eingabe veranlaßt. Dies ist derzeit nur beim HP 41 C und beim Drucker PC 100 für den TI 59 möglich, der jedoch immer noch mit Wechselstrom arbeitet, so daß er auf einer Yacht nur wenig nützlich ist. Darüber hinaus hat dieser Drucker noch den Nachteil, daß aus Gründen, die hier nicht interessieren, jedes ausgedruckte Wort einen enormen Speicherplatz benötigt, der für Rechnungen viel wichtiger ist.

Es ist aber nicht einmal notwendig, mit ausgedruckten Worten und Fragezeichen zu arbeiten. Es genügt auch, wenn man sich des sehr wirkungsvollen Systems der *Rufzahlen* bedient. Hierbei erscheint nach jeder Eingabe in den Rechner eine festgelegte Zahl, die entsprechend dem „Kochrezept“ für das Programm eine bestimmte Bedeutung hat.

Bleiben wir bei dem Beispiel der astronomischen Standlinienberechnung. Wenn nach Eingabe der Schiffsbreite beispielsweise die Zahl 2 angezeigt wird, liest der Navigator in der Gebrauchsanweisung nach: „Rufzahl 2: verlangt nach Eingabe der Schiffslänge, dann Tastendruck R/S.“ Nach Eingabe der Länge wird dann die Rufzahl 3 erscheinen, die

ihrerseits – entsprechend der Gebrauchsanweisung – nach der Eingabe des Datums usw. verlangt. Würde beispielsweise nach der Eingabe der Schiffsbreite der Rechner die Eingabe der Schiffslänge abwarten und hierbei ein Zwischenergebnis in der Form von 4,826972 „anzeigen“, so wüßte der Navigator nie, an welcher Stelle des Programms er sich nunmehr befindet, und er würde mit Sicherheit bald ins Schwimmen geraten. Gleichgültig, ob man das Dialogsystem der Rufzahlen verwendet oder sich hierzu etwas anderes einfallen läßt, ein Programm ohne Dialogfähigkeit ist in der praktischen Navigation unbrauchbar. Deshalb muß schon vor Beginn der Programmierung ein derartiges Dialogsystem mit eingeplant werden, sonst erlebt der Navigator später unangenehme Überraschungen, wenn er feststellt, daß der vorhandene Programmplatz unter Umständen dafür gar nicht mehr ausreicht. Jede Rufzahl kann übrigens je nach Rechnertyp mehrere Plätze belegen. Wenn nämlich nach Abspeicherung der Eingaben im Programm bloß eine 1 oder 2 eingegeben ist, so würde bei der nächsten Eingabe diese 1 oder 2 nicht von der Eingabe getrennt werden.

Beispiel: Die Rufzahl 2 erscheint, und es werden 40 Grad 00 Minuten eingegeben, so würde dann in der Anzeige stehen: 24000. Deshalb muß (bei TI) die Rufzahl mit einem =-Zeichen, das wiederum einen Speicherplatz belegt, von der nächsten Eingabe getrennt werden.

Bei der Planung eines Programms muß die Anwenderfreundlichkeit schon berücksichtigt werden. Rufzahlen benötigen Speicherplätze, das Abspeichern in ein Register zusätzliche zwei Schritte. Wird ein Programm wirklich anwenderfreundlich gestaltet, so gehen also schon für jede Eingabe etwa acht bis zehn Schritte (mit den Labels) drauf. Der wertvolle Speicherplatz wird dadurch ziemlich dezimiert.

### *Das Abfrageprogramm*

Programmplatz geht aber auch dadurch „verloren“, daß nach Möglichkeit die Eingaben nicht „vernichtet“ werden sollen. Ein gewichtiges Argument gegen die Verwendung von Elektronenrechnern war nämlich der Vorteil bei schriftlichen Berechnungen, daß nach Durchführung der Be-

rechnung jederzeit noch eine Überprüfung des Rechengangs möglich war. Wenn nun nach einem Rechengang im Taschenrechner nicht mehr nachgeprüft werden kann, mit welchen Eingaben gearbeitet wurde, gibt es nur die Möglichkeit, die gesamte Rechnung zu wiederholen. Bei weitem vorzuziehen ist aber ein zusätzliches Abfrageprogramm, mit dem die Eingaben nach Beendigung der Rechnung nochmals aufgerufen werden können. Voraussetzung ist hierbei natürlich, daß die Eingaben nicht „aufgebraucht“ werden, sondern in ihren Speichern erhalten geblieben sind.

Damit wird die Verwendung eines vollprogrammierbaren Rechners gegenüber dem leicht fehlbaren Kopf des Navigators fast hundertprozentig. Die Wahrscheinlichkeit nämlich, daß der Rechner selbst – soweit genügend Strom vorhanden – Fehler macht, ist praktisch gleich Null. Das Programm wird sicher auch stimmen, nachdem es der Navigator zu Hause am Schreibtisch – hoffentlich vielfach – nachgeprüft hat. Die einzige Fehlerquelle wären also falsche Eingaben durch den Navigator. Ist das Programm aber so angelegt, daß die Eingaben später wieder abgefragt werden können, so läßt sich ohne weiteres überprüfen, ob der Rechner von richtigen Voraussetzungen (Eingaben) ausgegangen ist.

Es versteht sich von selbst, daß die Abfrage des Rechners nach den Eingabewerten nicht so vorgenommen werden darf, daß der Navigator erst in der Gebrauchsanweisung nachsehen muß, in welchen Registern sich die Eingaben befinden und er diese daraus mühsam mit den entsprechenden Tasten **[RCL]** **[9]** usw. herausholen muß. Dies wäre genauso kompliziert wie eine neuerliche Eingabe. Deshalb muß das kleine Programm „Abfrage des Rechnerinhalts“ so beschaffen sein, daß alle Eingaben durch Drücken von einer oder höchstens zwei Programmtasten nacheinander zurückgeholt werden können. Daß ein solches Abfragesystem wieder Programmschritte benötigt, ist selbstverständlich, aber dies muß eben bei einem guten Navigationsprogramm mit eingeplant werden.

### *Fehlerdiagnose-Programm*

Wenn ein Navigator besonders auf Nummer Sicher gehen will, so empfiehlt es sich, ein kleines Zusatzprogramm mit einzubauen, bei dem auf

Tastendruck das Programm durchlaufen wird und ein bestimmtes markantes Ergebnis anzeigen soll. Solange auf einen Tastendruck hin beispielsweise 11111 erscheint, weiß der Navigator, daß sein Programm in Ordnung ist, so daß alle seine nachfolgenden Eingaben fehlerfrei verarbeitet werden.

Erreicht er dieses Ergebnis nicht, so kann er davon ausgehen, daß beispielsweise die Magnetkarte vom Rechner nicht richtig gelesen wurde oder etwa beschädigt ist oder daß der Rechner fehlerhaft arbeitet. Natürlich braucht ein solches Programm einen nicht unerheblichen Programmplatz – je nach Länge des Hauptprogramms 30 bis 50 Schritte.

### Unterprogramme und Verzweigungen

Größte Ersparnis von wertvollem Programmraum erzielt man bei Verwendung von Unterprogrammen, auch Subroutinen genannt. Nachdem beispielsweise jeder Rechner nur Dezimalgrad direkt verarbeiten kann, ist es notwendig, sämtliche Eingaben, die ja in der Navigation häufig aus Grad, Minuten und Zehntelminuten bestehen, zunächst einmal in Dezimalgrad umzurechnen, bevor sie dann in der eigentlichen Rechnung verwendet werden:

Eingabe A
Umwandlung in Dezimalgrad
Eingabe B
Umwandlung in Dezimalgrad
Eingabe C
Umwandlung in Dezimalgrad
Eingabe D
Umwandlung in Dezimalgrad
Programmstart

*Hier geht wertvoller Programmplatz dadurch verloren, daß nach jeder Eingabe ein eigenes Umwandlungsprogramm erfolgt.*

Die Umwandlung in Dezimalgrad erfordert etwa acht bis zehn Programmschritte (je nach Rechnertyp). Da es sich bei der Verarbeitung sowohl der Länge als auch der Breite in Dezimalgrad jeweils um den gleichen Rechenvorgang handelt, werden also etwa 16 Programmschritte für einen Vorgang benötigt, der genausogut mit acht Programmschritten erledigt werden könnte, wenn sowohl für die Länge als auch für die Breite dieser Programmabschnitt doppelt verwertet werden kann.

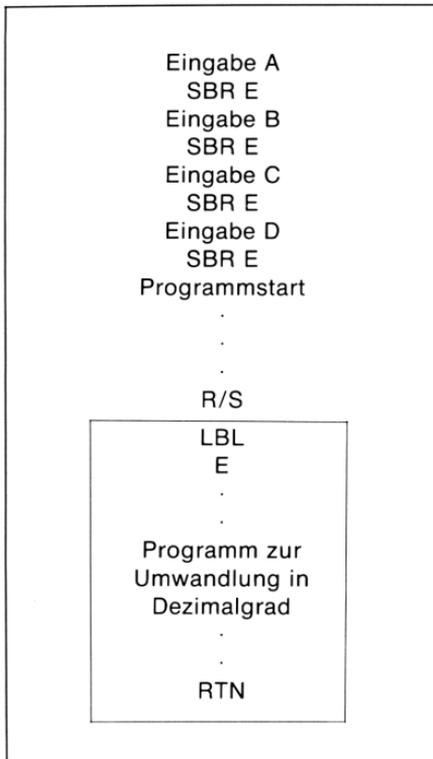
Dies ist sehr einfach. Man muß nur die Umwandlung in Dezimalgrad als Unterprogramm gestalten. Dies geschieht dadurch, daß irgendwo im Programmplatz (denken wir an das unbeschriebene Buch als Beispiel) das Unterprogramm mit einer Überschrift (Label), beispielsweise B, geschrieben wird. Am Ende des Unterprogramms muß dann allerdings ein Befehl erscheinen, der den Rechner veranlaßt, nach Durcharbeiten des Unterprogramms an die Ausgangsstelle des Programms zurückzukehren. Dies ist der Befehl RTN\* (*to return* = zurückkehren). Aufgerufen wird das Unterprogramm dann durch den Befehl SBR (*subroutine*) B.

Daß die Rechnung nach Abschluß des Unterprogramms auch wieder an der richtigen Stelle des Hauptprogramms fortgesetzt wird, garantiert das Rücksprunggedächtnis. Wenn nämlich ein Unterprogramm aufgerufen wird, so behält der Rechner in diesem speziellen *memory* genau die Adresse zum Rücksprung. Wie wichtig solche Unterprogramme sind, zeigt die Tatsache, daß nahezu jedes Navigationsprogramm mindestens zwei Unterprogramme beinhaltet, bevor das Ergebnis angezeigt wird: die Umwandlung von Dezimalgrad und die Rückwandlung in Grade, Minuten und Zehntelminuten.

Fortschrittliche Rechner (TI 58, TI 59, HP 67) haben sogar mehrere Unterprogrammebenen, das heißt, ein Unterprogramm kann ein weiteres Unterprogramm aufrufen, was allerdings in der Praxis nicht sehr häufig vorkommt. Um Mißverständnisse auszuschließen, sei darauf hingewiesen, daß es gleichgültig ist, an welcher Stelle das Unterprogramm steht.

---

\* Bei TI-Rechnern erreicht man dies mit den Tasten INV SBR.



*Platzsparend! Mit dem Befehl SBR E wird in das Unterprogramm E für die Umwandlung in Dezimalgrad gesprungen. Nur ein einziges Umwandelungsprogramm ist erforderlich.*

Es kann zu Beginn des gesamten Programms (analog unserem Beispiel mit der ersten Buchseite), aber auch irgendwo in der Mitte oder am Ende des Programms geschrieben sein. Es ist auch gleichgültig, wie oft so ein Unterprogramm durchlaufen wird.

Ein Tip für TI-Rechnologen: Ob sich ein Unterprogramm am Programmbeginn oder am Ende befindet, beeinflusst wesentlich die Rechenzeit, weil der Programmzeiger bei jedem Unterprogrammaufruf das gesamte Programm von Anfang an nach der Adresse absucht. Deshalb sollten häufig benötigte Unterprogramme vorangestellt werden. Sogenannte absolute Adressen („gehe zu Schritt Nr. 122“ oder „GTO 122“ – statt „GTO C“ –)

sind um 30 Prozent schneller, machen aber später eine Programmverbesserung oder eine Kürzung fast unmöglich. Deshalb erst zum Schluß auf absolute Adressierung umstellen!

## Logische Entscheidungen

Jeder programmierbare Taschenrechner hat die Möglichkeit, Fragen zu stellen, zu beantworten und je nach Antwort eine Verzweigung vorzunehmen, um das Programm an anderer Stelle der Antwort entsprechend fortzusetzen. Auch hier kann dies am besten ein Beispiel verdeutlichen. Nachdem in der Navigation vollkreisig, also von 0 bis 360° navigiert wird, werden Zahlen über 360° nicht verwendet. Der Navigator macht dies manuell dadurch, daß er beispielsweise bei einem Rechenergebnis von 448° ganz automatisch 360° abzieht und als Ergebnis 88° ansieht. Der Rechner kann dies nicht unmittelbar, so daß dies zu dem paradoxen Ergebnis führen würde, daß die Elektronen zwar in Sekundenschnelle zu einem Ergebnis kommen, der Navigator aber dann recht primitiv zum Bleistift greifen und die Rechnung durchführen müßte:

$$448^{\circ} - 360^{\circ} = 88^{\circ}$$

Verfügt der Rechner über die Möglichkeit der logischen Verzweigung, so kann er in das sogenannte Testregister 360° einspeichern und nunmehr die Frage stellen:

Ist das Ergebnis größer als die Zahl im Testregister?

Wenn ja, so verzweige zum Unterprogramm X, wenn nein, fahre mit dem Programm ohne Verzweigung fort (worauf anschließend richtig der Befehl R/S – STOP – vorgefunden wird). Bei einem Ergebnis von 372° würde der Rechner also zum Unterprogramm X verzweigen, das ganz einfach 360° vom Ergebnis abzieht. Programme aus der Astronavigation können kaum ohne logische Verzweigungen erstellt werden.

## Flags

Ein Flag ist ebenfalls ein sehr wichtiger Programmierbefehl. Er hat Ähnlichkeit mit den erwähnten logischen Verzweigungen. Allerdings lautet die Frage hier:

Ist ein Flag gesetzt? Dann verzweige zum Unterprogramm Y.

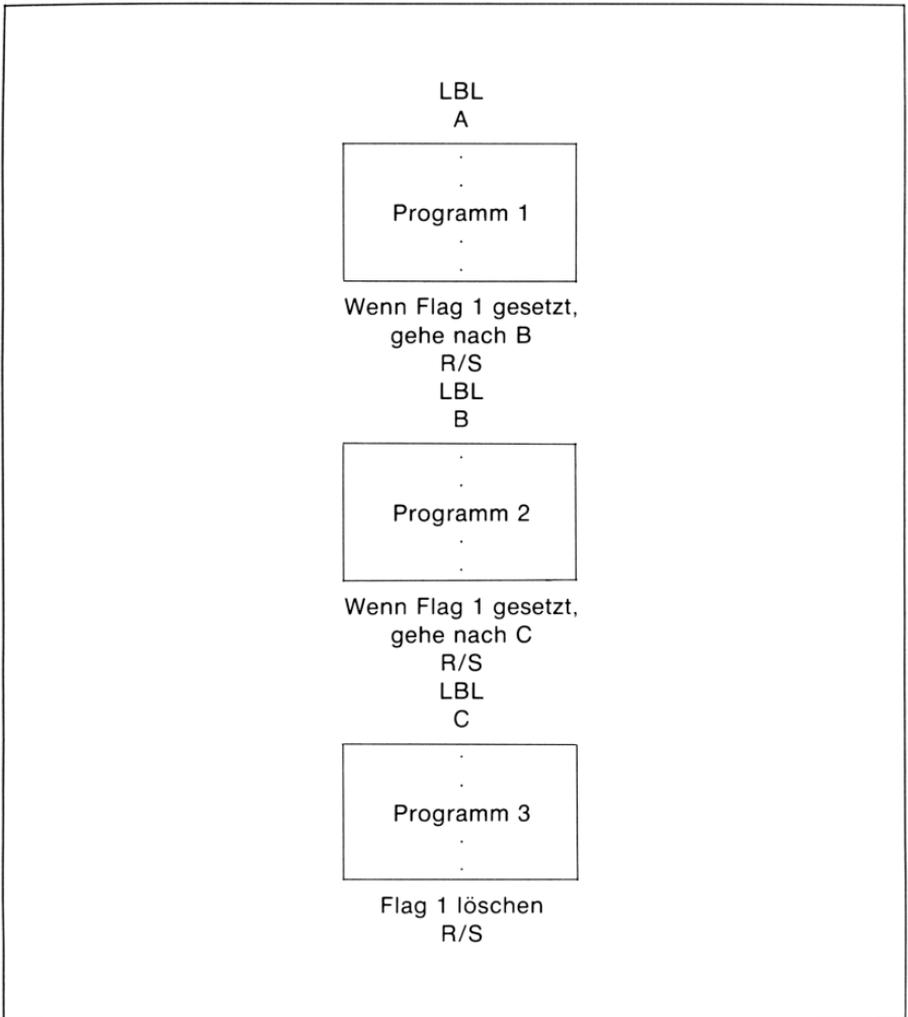
Ein Flag läßt sich beispielsweise bei der Diagnose eines Programms einsetzen, also bei einer Überprüfung, ob das Programm einwandfrei arbeiten würde. Meistens wird diese Diagnose so durchgeführt, daß der Rechner automatisch alle auf der Magnetkarte enthaltenen Programme durchrechnet und anschließend ein ganz bestimmtes Ergebnis anzeigt, aus dem hervorgeht, ob die Programme richtig arbeiten.

Wenn das Fehlerdiagnose-Programm beispielsweise mit der Taste **D** aufgerufen wird, so würde nach D der Befehl kommen, das erste auf der Magnetkarte enthaltene Programm durchzurechnen. Ohne Flag würde nun noch am Ende des ersten Programms (das mit R/S abschließt) der Rechner anhalten und ein Ergebnis aufzeigen, welches im Moment noch gar nicht interessiert, denn der Rechner soll ja bei der Fehlerdiagnose sämtliche Programme durchrechnen und überprüfen. Deshalb wird nach der Taste **D** der Befehl gegeben, Flag Nr. 1 zu setzen. Kommt nunmehr nach dem Durchrechnen des ersten Programms der Rechner an die Stelle, wo er üblicherweise das Ergebnis anzeigt, findet er vorher (also vor R/S) die Frage vor:

Ist Flag 1 gesetzt?

Wenn nein, zeige das Ergebnis an. Wenn ja, rechne mit dem bisherigen Ergebnis im Programm Nr. 2 weiter und fahre deshalb in der Rechnung ohne anzuhalten fort.

Nach dem Programm 2 wird der Rechner sich ebenfalls diese Frage stellen, um sodann anzuhalten und ein Ergebnis zeigen oder ins Programm 3 weiterfahren. Bevor er dann schließlich nach dem Durchrechnen sämtlicher Einzelprogramme das Ergebnis anzeigt, wird er noch den Befehl durchführen, Flag Nr. 1 zu löschen, so daß bei den nächsten Berechnungen nach dem jeweiligen aufgerufenen Programm das Ergebnis angezeigt wird.



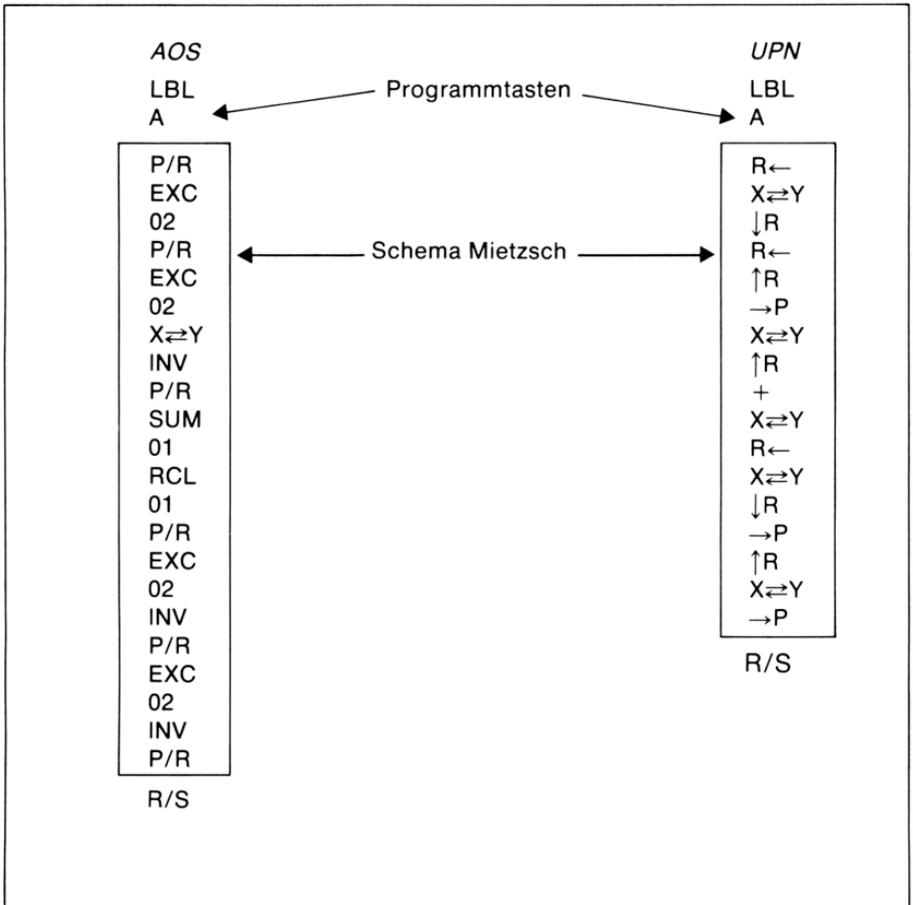
*Im Diagnoseprogramm wird Flag 1 gesetzt, was den Rechner veranlaßt, alle drei Programme A, B und C durchzurechnen.*

## Ein einfaches Programmierbeispiel

Das alles mag dadurch vertieft werden, daß der Navigator nunmehr Schritt für Schritt ein einfaches Programm aus der astronomischen Navigation selbst aufstellt. Die Programmierung wird parallel für Rechner von HP und von TI aufgezeigt, wobei der Leser gebeten wird, hierbei zunächst nicht auf das Ergebnis zu schießen, sondern Schritt für Schritt die Erstellung dieses Programms mitzuverfolgen. Gerade zu Beginn sollte der Navigator nicht zu ehrgeizig in seinen Programmplänen sein, sondern mit dem einfachsten Problem beginnen. Hat er dieses erste Programm einmal sauber erstellt, so ist es eine Kleinigkeit, das Programm je nach Wunsch und Programmplatz weiter auszubauen und zu verbessern, bis ein Maximum an Bedienungskomfort und Sicherheit erreicht wird. Die heutigen programmierbaren Rechner sind in fast idealer Weise darauf eingerichtet, daß ein bestehendes Programm durch Einfügen von weiteren Schritten leicht erweitert und ausgebaut werden kann.

Das Beispiel: Es soll ein Programm erstellt werden, das für die astronomische Navigation den Winkel eines Gestirns über der Kimm berechnet, der gemessen werden müßte, wenn sich der Beobachter im geißten Schiffsort befindet, sowie die Richtung zum Gestirn, also Grundaufgabe aus der Astronavigation. Als Eingaben werden hierzu die geißte Schiffsbreite, die Deklination aus dem Nautischen Jahrbuch und der LHA verwendet. Der LHA ist bekanntlich der Unterschied zwischen geißter Schiffslänge und der Bildpunktlänge des Gestirns, wobei dieser immer vom Schiffsort zum Bildpunkt nach Westen gerechnet wird.

Zur Berechnung selbst wird am besten das Tastenschema von Dr. Mietzsch auf Seite 112 verwendet. Bei der Programmierung werden die Tasten in der Reihenfolge von Dr. Mietzsch eingegeben, wobei der Rechner später sodann selbständig die Befehle abläuft und statt des Navigators, der hierzu jeweils Tasten drücken müßte, die gleichen Befehle automatisch in dieser Reihenfolge ausführt. Die primitivste Form des Programms wäre nun, eine Programmtaste mit diesem Schema zu belegen, was wie folgt aussehen würde:



Wollte der Navigator mit einem derartigen Programm rechnen, so müßte er, wie auf Seite 59 beschrieben, die Speicher mit seinen Eingabewerten füttern und anschließend Taste **A** drücken, worauf das Programm bei Befehl R/S anhält und die Ergebnisse anzeigt. Anwenderfreundlich wäre dieses Programm in keiner Weise, weil der Navigator mühsam nachlesen müßte, in welchen Speichern er die Eingabewerte unterbringen müßte,

damit auf den Tastendruck **[A]** hin das Programm überhaupt ablaufen kann. Außerdem sollte ein Programm immer so gestaltet sein, daß möglichst alle Arbeit vom Programm und nicht vom Benutzer des Rechners erledigt wird.

Das Abtippen in die entsprechenden Speicher kann der Rechner auch selbst machen. Deshalb muß bereits dies Aufgabe des Rechners und Teil des Programms sein. Wenn der Navigator also die gegißte Schiffsbreite in den Rechner eingibt und die Taste **[A]** drückt, so muß der Rechner die Schiffsbreite in das entsprechende Register abspeichern und anschließend auf den Befehl R/S hin anhalten, damit der Navigator den nächsten Wert eingeben kann, um das Programm wiederum mit der Taste **[R/S]** zum Laufen zu bringen. Außerdem kann der Rechner natürlich auch den LHA negativ machen, weil er an und für sich immer positiv ist und nur aufgrund der Eigenheiten des Schemas von Dr. Mietzsch als negativer Wert eingegeben werden muß, was bei sämtlichen LHA gleichbleibend ist. Dieses einfache Programm, indem also der Navigator nur noch Schiffsbreite, LHA und Deklination der Reihe nach eintippen muß, um sodann Hc mit der Taste **[A]** und dann das Azimut mit der Taste **[R/S]** auszurechnen, würde folgendermaßen aussehen:

AOS	<i>UPN</i>
LBL	LBL
A	A
STO	ENTER
01	R/S
R/S	CHS
+ / -	ENTER
STO	R/S
02	ENTER
1	1
X $\leftrightarrow$ T	
R/S	Schema Mietzsch
Schema Mietzsch	
R/S	R
RCL	R/S
02	R
R/S	R/S

Damit können versuchsweise schon recht einfache Beispiele durchgerechnet werden. Nehmen wir an, die geißte Schiffsbreite ist  $41^\circ$  N, die Deklination beträgt  $8^\circ$  S (als Minuswert eingeben!), und der LHA ist  $32^\circ$ . Dies ergibt dann ein  $H_c$  von  $32,85^\circ$  und ein Azimut von  $218,66^\circ$  ( $-141,34$ ). Befriedigend ist das Programm damit aber noch nicht. Was fehlt? Der Rechner kann nur Dezimalgrad verarbeiten, so daß bei diesem Programm, wie es jetzt ist, Breiten und Längen, die nicht ganzgradig sind, stets vorher durch mühseliges Herumtippen in Dezimalgrad verwandelt werden müssen. Nachdem bei allen Eingaben solche Probleme auftauchen, sollte diese Aufgabe der Rechner übernehmen, wobei aus Gründen der Platzersparnis am besten mit einem Unterprogramm gearbeitet wird. Die Routine zur Umwandlung von Gradminuten und Zehntelminuten in Dezimalgrad sieht folgendermaßen aus:

<i>AOS</i>	<i>UPN</i>
LBL	LBL
B	B
INV	H.MS
D.MS	1
÷	0
1	0
0	÷
0	H
=	RTN
D.MS	
RTN*	

Die Taste **RTN** am Ende des Unterprogramms ist der Rücksprungbefehl in das Hauptprogramm.

Das Hauptprogramm würde also nunmehr die Sprungbefehle ins Unter-

\* Bei TI findet sich auf dem Rechner keine Taste RTN, es muß deshalb getippt werden: **INV**  
**SBR**.

programm schon bei den Eingaben beinhalten. Dies ist zwar ein Abweichen vom Grundsatz, daß während der Eingaben keine Rechnungen durchgeführt werden sollen, läßt sich aber in diesem Fall gerade noch vertreten, weil die Umrechnung in Dezimalgrad nur wenige Sekunden dauert.

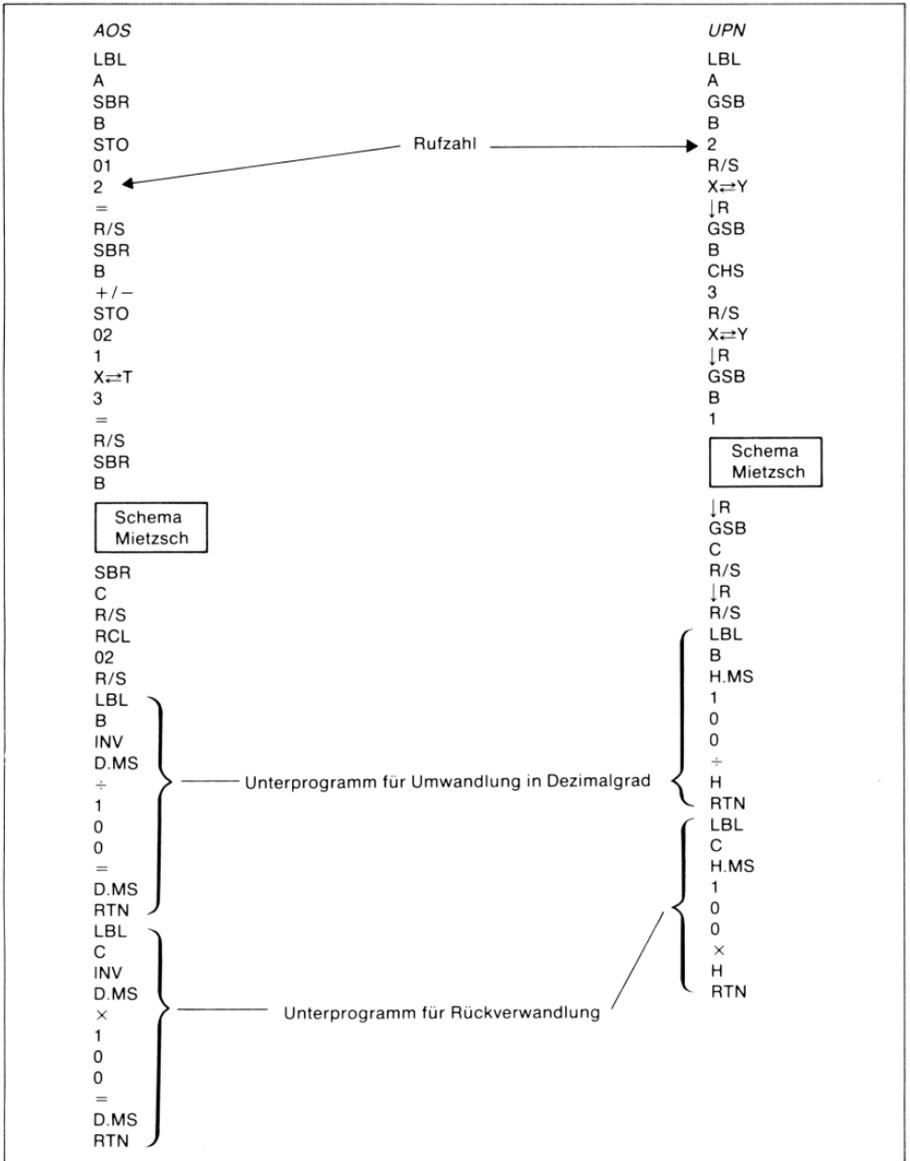
Ein ganzer Erfolg ist aber jetzt noch nicht erreicht, weil die Ergebnisse des Rechners immer noch als Dezimalgrad angezeigt werden; sie sollen aber zum weiteren Gebrauch für den Navigator wie bei der Eingabe als Gradminuten und Zehntelminuten ausgewiesen werden. Deshalb muß hier ein zweites Unterprogramm gefertigt werden, das praktisch die Rückrechnung durchführt. Dieses Unterprogramm sieht so aus:

<i>AOS</i>	<i>UPN</i>
<i>LBL</i>	<i>LBL</i>
<i>C</i>	<i>C</i>
<i>INV</i>	<i>H.MS</i>
<i>D.MS</i>	<i>1</i>
<i>×</i>	<i>0</i>
<i>1</i>	<i>0</i>
<i>0</i>	<i>×</i>
<i>0</i>	<i>H</i>
<i>=</i>	<i>RTN</i>
<i>D.MS</i>	
<i>RTN</i>	

Damit kann mit dem Astroprogramm in der Praxis schon recht gut gearbeitet werden.

Eine bedienungsfreundliche Erleichterung sollte gleich noch mit eingebaut werden, nämlich die Rufzahlen. Welche man im einzelnen nimmt, ist Geschmackssache, doch sollte man sich aus Gründen der Platzersparnis mit einziffrigen Rufzahlen begnügen. In der Gebrauchsanweisung würde dann beispielsweise stehen: Rufzahl 2 verlangt nach der Eingabe des LHA, Rufzahl 3 verlangt nach der Eingabe der Deklination.

Ein komplettes Astroprogramm, das mit relativ wenigen Schritten aus gegebener Schiffsbreite, LHA und Deklination in Sekunden den berechneten Höhenwinkel und das Azimut auswirft, hat also folgendes Gesicht:



Dieses Programm eignet sich schon recht gut für halbprogrammierbare Rechner, weil die 50 oder 60 Tastenschritte durchaus zumutbar sind, um sie in den Rechner einzubringen. Man prüfe aber immer – und das ist ja der Vorteil eines halbprogrammierbaren Rechners – mit ein paar Probenwerten, ob das Programm richtig eingetippt ist. Dann ist anschließend die Wahrscheinlichkeit sehr groß, daß Hc und Azimut auch wirklich berechnet werden.

Obwohl diese 60 Schritte etwas mehr leisten als beispielsweise die in der Großschiffahrt gebräuchlichen Tafeln H.0.249, wird der Newcomer bald das Bedürfnis haben, ein solches Programm auszubauen. Warum soll er eigentlich vorher mühsam den LHA ausrechnen, wenn dies auch das Programm selbst noch machen könnte. Es wird aber mindestens für den Anfang empfohlen, nicht zu ehrgeizig zu sein und nicht gleich ein Programm mit allen Raffinessen aufstellen zu wollen. Natürlich wird man vor Beginn solcher Arbeiten die Gebrauchsanweisung des jeweiligen Rechners sehr genau studieren. Jeder Hersteller handhabt nämlich das Löschen und Einfügen von Schritten völlig anders.

Sicher ist es jedem, der sich mit diesen Problemen schon einmal befaßt hat, passiert, daß aus Versehen ein Programm gelöscht wurde und damit stundenlange Arbeit umsonst war. Dies läßt sich bei vollprogrammierbaren Rechnern leicht dadurch vermeiden, daß nach größeren Arbeitsabschnitten die jeweiligen halbfertigen Programme auf Magnetkarten gesichert werden. Eine penible Buchhaltung mit genauen Verzeichnissen, in welchem Stadium sich das Programm auf der Magnetkarte befindet, ist hierbei sicher eine große Hilfe.

Meistens setzt der Programmplatz die Schranken für den Ausbau eines Programms. Bei obigem Programm könnte man aber der Reihe nach folgende Verbesserungen durchführen:

1. Die automatische Umrechnung eines negativen Azimuts in einen positiven vollkreisigen Kurs. Hierfür bräuchte man nicht einmal ein Unterprogramm, sondern es würde ausreichen, grundsätzlich hinter jedes Ergebnis folgende weitere Programmschritte anzuhängen:  
Der Sinn dieses Programmteils dürfte klar sein. Wann immer ein Winkel von unter  $0^\circ$  herauskommt, werden automatisch  $360^\circ$  hinzugezählt.

<i>AOS</i>	<i>UPN</i>
+	3
3	6
6	0
0	+
=	3
÷	6
3	0
6	÷
0	FRAC
=	3
INV	6
INT	0
×	×
3	R/S
6	
0	
=	
R/S	

Damit aber bei Winkeln, die ohnehin positiv sind, anschließend nicht Winkel von mehr als  $360^\circ$  angegeben werden, wird das Ergebnis durch 360 geteilt und der Nachkommaanteil mal 360 genommen, so daß in jedem Fall ein Winkel von unter  $360^\circ$  (aber nicht unter  $0^\circ$ ) herauskommt. Einfacher wird dieses Problem mit dem HP 41C gelöst: Man tastet „360“ und anschließend **MOD** ein.

2. Außerdem drängt sich eine Verbesserung des Programms dahingehend auf, daß nicht mehr der Navigator mühsam den LHA ausrechnet, sondern daß diese Arbeit ebenfalls vom Programm übernommen wird. Die Formel vom LHA ist sehr einfach:

$$\text{LHA} = \text{Bildpunktlänge} + \text{Schiffsstlänge}$$

$$\text{oder: } \text{LHA} = \text{Bildpunktlänge} - \text{Schiffswestlänge}$$

Ob hierbei negative Werte oder Werte über  $360^\circ$  herauskommen, spielt keine Rolle, der Rechner wird mit beiden spielend fertig.

3. Wenn die Ansprüche noch höher geschraubt werden, könnte der Weg in die Schalttafeln im Jahrbuch erspart werden, indem dem Rechner ganz einfach Greenwichwinkel und Deklination zur vorangegangenen vollen Stunde und zur nachfolgenden Stunde eingegeben werden. Aufgrund der miteinzugebenden Uhrzeit wird er sich dann für den genauen Meßzeitpunkt aus der Differenz der beiden Greenwichwinkel und der beiden Deklinationen die exakte Deklination und den für den Meßzeitpunkt geltenden Greenwichwinkel heraussuchen und daraus den jeweiligen LHA berechnen.
4. Eine Kleinigkeit wird dann für ein so fortschrittliches Programm schon die Berechnung des Unterschieds zwischen berechtigtem Höhenwinkel und gemessenem Höhenwinkel sein, also des Interzepts, das ja der Navigator zum Konstruieren seiner Standlinie benötigt.
5. Je nach Programmplatz kann der Rechner auch die Gesamtbeschickung des gemessenen Winkels übernehmen, indem er die GB nach den Formeln auf Seite 119 selbständig errechnet.
6. Selbstverständlich kann ein leistungsfähiger Rechner dem Navigator auch das Zeichnen der Astrostandlinie in der Karte abnehmen. Nun ist ein Rechner natürlich nicht des Zeichnens fähig, aber er kann sehr gut eine Standlinie durch Zahlen in der Anzeige darstellen. Er gibt zum Beispiel einen Punkt auf der Erdoberfläche nach Breite und Länge an und außerdem die Richtung der Standlinie, die durch diesen Punkt verläuft. Diese Position kann durchaus als „möglicher“ Schiffsort bezeichnet werden, weil er ja auf der Standlinie liegt, auf der sich auch das Schiff befindet. Die Bezeichnung „wahrscheinlicher Schiffsort“, wie sie in Amerika gebräuchlich ist, ist hier sicher als etwas zu optimistisch abzulehnen.  
Dieser mögliche Schiffsort läßt sich mit dem Rechner ganz einfach dadurch berechnen, daß er wie beim Besteckrechnen aus Kurs (Azimut) und Strecke (Interzept) bestimmt wird. Ob der Programmierer hierbei die Formel des Großkreiskurses (was ganz korrekt wäre) oder nach Mittelbreite rechnet, bleibt in der Praxis vollkommen gleichgültig, weil die Abweichungen derart minimal sind, daß sie sich nicht

auswirken können. Hat das Programm diesen Punkt nach Breite und Länge berechnet, bleibt als dritter Schritt lediglich das Addieren von  $90^\circ$  zum Interzept, um so die Standlinie fix und fertig zu erhalten.

7. Damit hat der Navigator aber immer noch kein perfektes Astroprogramm an der Hand. Wünschenswert wäre beispielsweise nicht nur die Bestimmung der Standlinie, sondern auch die Bestimmung eines ganzen Schiffsortes aus zwei Standlinien, was heißen würde, daß das Programm nach der ersten Gestirnmessung die Standlinie abspeichern und die zweite Standlinie berechnen würde, um anschließend den Schnittpunkt beider Standlinien zu berechnen. Dieses Programm wäre aber nicht besonders wertvoll, weil in der Praxis der Sportschiffahrt in 99 Prozent aller Fälle zwischen beiden Messungen das Schiff ja nicht am gleichen Platz geblieben ist, sondern um eine erhebliche Anzahl von Seemeilen in einer bestimmten Richtung versegelt wird. Ein Programm, das keine Versegelung berücksichtigt, ist deshalb für die Sportschiffahrt, die ja von Sonnenstandlinien „lebt“, nur bedingt tauglich.
8. Der Traum eines jeden Navigators aber ist ein Astroprogramm, bei dem er auf das Nautische Jahrbuch verzichten kann. Als die ersten programmierbaren Rechner auftauchten, dachten die meisten, dies würde eine Kleinigkeit sein. Nunmehr aber hat sich herausgestellt, daß allein die Berechnung der Bildpunktlänge und Bildpunktbreite für die Sonne schon etwa 500 Schritte beansprucht, soll sie die erforderliche Genauigkeit für die Navigationspraxis erreichen. Zusätzlich muß dann aber noch Platz für einen Kalender sein, vom „normalen“ Astroprogramm (siehe oben) ganz zu schweigen. Will man also mit Sonne und ohne Nautisches Jahrbuch arbeiten, müßten schon so an die tausend Programmschritte zur Verfügung stehen. Derzeit\* sind lediglich der TI 59 und der HP 41C in der Lage, ein solches Programm zu verkraften. Sonnennavigations-Programme, die mit der erforderlichen Genauigkeit bis zum Ende dieses Jahrhunderts

---

\* Stand Mai 1981

arbeiten, sind auf den Seiten 128 ff. abgedruckt. Jeder, der einen solchen Rechner besitzt, kann die Programme mit viel Geduld in seinen Rechner eintippen und anschließend auf Magnetkarten konservieren. Er ist damit in Genauigkeit, Schnelligkeit und Zuverlässigkeit jedem Navigator weit überlegen.

## Datenschutz und kommerzielle Verwertung

Vielleicht klingt diese Überschrift im Zusammenhang mit einer Hobbybeschäftigung nicht sehr gut. Tatsache aber ist, daß zur Erstellung eines Navigationsprogramms unter Umständen viele, viele Stunden Arbeit notwendig sind. In den meisten Fällen wird man seine Arbeit an interessierte Clubkameraden kostenlos weitergeben. Es könnte aber auch sein, daß der eine oder andere auf die Idee kommt, ein selbstentwickeltes Programm in bescheidenem Maße kommerziell auszuwerten. Warum auch nicht? Die Entwicklung auf dem Rechnermarkt zeigt, daß die sogenannte *hardware* immer preiswerter und leistungsfähiger wird, während großer Bedarf an geeigneter *software* (das sind die Programme) herrscht. Leider gibt es für selbstentwickelte Programme keinen Datenschutz.

Lediglich beim TI 59 ist es möglich, ein selbsterstelltes Programm einigermaßen wirksam zu schützen. Dies ist sogar sehr einfach. Wenn nämlich eine Karte mit dem Programm aufgenommen wird, braucht lediglich vorher ein Minuszeichen gesetzt werden, um zu verhindern, daß diese Karte später dupliziert werden kann. Dieser Datenschutz wirkt allerdings nur für Programmspeicher und nicht für Register, die ebenfalls auf Magnetkarten aufgezeichnet werden können.

Der kommerziellen Verwertung in größerem Rahmen mit Hilfe dieses Datenschutzes steht allerdings die Tatsache entgegen, daß die verschiedenen Rechner des gleichen Typs (TI 59) so große Toleranzen bei der Magnetkartenführung aufweisen, daß es unter Umständen nicht möglich ist, eine Karte, die auf einem TI 59 aufgenommen wurde, auf einem anderen Gerät gleichen Typs abzuspielen.\*

Diese Probleme gibt es beim HP 67 nicht, wenn dieser auch seine Magnetkarten nicht schützen kann. Trotzdem ist sicher nichts dagegen einzuwenden, ein sehr aufwendiges Programm nicht allzu teuer weiterzuverkaufen. Schließlich stecken oftmals viele Stunden Arbeit in so ein paar Magnetkarten. Der Käufer sollte die Eigenleistung des Urhebers aber auch dadurch honorieren, daß er – auch wenn kein Datenschutz besteht – die Karte nicht beliebig oft dupliziert und in seinem Verein weiterverschenkt.

---

\* Ein eigenes Modul, das in den TI 58 und 59 eingesetzt werden kann, würde solche Schwierigkeiten nicht machen. 5000 Schritte stünden als Programmplatz zur Verfügung. TI fertigt ein solches auf Wunsch an. Mindestabnahme 1000 Stück.

# 6 Spezial-Navigationsrechner

In den letzten Jahren sind bereits einige Rechner auf den Markt gekommen, die zwar nicht programmierbar, jedoch durch ein eingebautes fertiges Programm auf die Bedürfnisse der Segler weitgehend abgestellt sind. Diese „festverdrahteten“ Rechner kommen ganz bestimmt denjenigen entgegen, denen es beim Anblick von allzu vielen Tasten und Ausdrücken wie Speicher und Programmplätze kalt über den Rücken läuft. Der Leser sollte sich aber nicht willkürlich irgendeinen Rechner kaufen, sondern auch tatsächlich prüfen, ob seine Bedürfnisse durch den Rechner erfüllt werden. Im Gegensatz zu programmierbaren Rechnern kann nämlich ein festverdrahteter Navigationsrechner nicht mehr individuell umgestaltet werden.

Ein festverdrahteter Navigationsrechner ist vergleichbar mit einer Schallplatte. Der Benutzer muß sich hier, anders als bei einem Tonband, damit zufriedengeben, was auf der Schallplatte aufgezeichnet ist. Darüber hinaus soll sich der Käufer im klaren sein, daß die Leistungen von Navigationsrechnern außerhalb ihres eigentlichen Metiers, der Navigation, angesichts ihres Preises meistens recht erbärmlich sind. Für den Navicom beispielsweise hat der Käufer rund 3000 DM auf den Ladentisch zu legen und bekommt dafür einen erstklassigen Navigationsrechner. Benutzt er diesen Rechner jedoch für anderweitige Aufgaben, so leistet er nicht viel mehr als irgendein anderer 100-Mark-Rechner.

Werden die festverdrahteten Rechner aber an Bord eingesetzt, sind sie bei entsprechenden Programmen natürlich eine feine Sache. Man braucht keine Magnetkarten, sondern man hat das Programm beim Einschalten des Rechners schon fix und fertig vorliegen. Damit entfallen auch einige sehr störanfällige und salzwasserempfindliche Teile wie der

Magnetkartenleser, was die Funktionsfähigkeit des Rechners natürlich steigert. Daß die Rechner aber ansonsten noch nicht salzwassergeschützt sind, ist fast selbstverständlich. Vorsichtsmaßnahmen – nur mit absolut trockenen Fingern arbeiten! – gelten deshalb auch für diese Rechner.

Derzeit sind für den Sportschiffer im wesentlichen vier Spezial-Navigationsrechner interessant: der Navigatronic von TI, der Tamaya NC 77, der Navicomp von Plath und der Minicomputer Naviprolog 2000.

## **Navigatronic**

Es handelt sich hier um ein Navigations-Set, bestehend aus einem handelsüblichen Rechner TI 58 in einem recht schiffigen Holzkasten, einem Bordnetzgerät für 12 bis 28 Volt und vor allem einem Modul „Seefahrt“. Gerade das letztere macht aus dem TI 58 einen Spezial-Navigationsrechner. In ihm sind nämlich 5000 festverdrahtete Programmschritte eingegraben, also eine viel größere Kapazität, als alle auf dem Markt befindlichen programmierbaren Taschenrechner haben.

Obwohl der Navigatronic preiswert ist (ca. 550 DM), muß ein kleiner Wermutstropfen vergossen werden. Für den Fahrtensegler sind die in dem Modul befindlichen 30 Programme nicht gerade optimal. Zwar sind alle notwendigen terrestrischen Aufgaben enthalten, die astronomische Navigation aber ist mit dem Modul „Seefahrt“ doch recht umständlich. Mühsam müssen hierzu aus dem Jahrbuch die Ephemeriden (Gestirnskoordinaten) zusammengesucht werden, um dann Interzept und Azimut, also nicht die fertige Standlinie, zu erhalten. Diese Nachteile vermeidet beispielsweise das Modul Naviprolog 2000 (Seite 91), das ebenfalls mit dem TI 58 betrieben werden kann.

Andererseits bietet das Modul „Seefahrt“ eine Reihe von Programmen über taktisches Segeln, die von Regattaseglern hoch gelobt werden und mit deren Hilfe angeblich bei Hochseeregatten schon einige Siege errungen wurden.



*Der Navigatronic ist ein TI 58 mit dem Modul „Seefahrt“. Dieses beinhaltet 30 Navigationsprogramme, die vor allem für den Regattasegler sehr hilfreich sind.*

## **Tamaya NC-77**

Dieser Rechner kostet derzeit bei Hohorst, Bremen, 776 DM\*. Er bietet dem Benutzer eine Reihe von terrestrischen und astronomischen Programmen. Unter anderem kann folgendes berechnet werden:

- Der Ankunftsort aus zurückgelegter Strecke und Kurs.
- Kurs und Entfernung zwischen zwei Orten.
- Kurs durchs Wasser bei gegebenem Strom.
- Richtung und Geschwindigkeit des wahren Windes aus scheinbarem Wind und Schiffsgeschwindigkeit sowie Kurs.



*Der NC-77 ist ein Spezial-Navigationsrechner, der als besonderen Gag die Sonnenephemeriden schon einprogrammiert hat, so daß Azimut und Interzept bei der Sonne auch ohne Nautisches Jahrbuch berechnet werden können. Auch eine Reihe von Programmen für die terrestrische Navigation ist vorhanden.*

- Gezeitenrechnungen
- Weg-Zeit-Berechnungen

Für die astronomische Navigation ist dem Tamaya NC-77 das Nautische Jahrbuch für die Sonne und den Aries bis 1999 einprogrammiert. Er kann deshalb den Greenwichwinkel und die Deklination ohne Nautisches Jahrbuch feststellen.

\* Stand Mai 1979

Freilich ist zu einer astronomischen Standlinie dann noch folgendes nötig:

Berechnung der Sextantkorrektion  
Berechnung von Azimut  
Berechnung von Interzept

Erst anschließend kann dann auf der Seekarte oder auf einer Leerkarte die Standlinie konstruiert werden.

Für den Preis bietet der Tamaya NC-77 also schon eine ganze Menge, wenn es auch schade ist, daß ein in der Astronavigation Uneingeweihter trotz eingebauter Ephemeriden für die Sonne nicht sehr viel mit dem Rechner anfangen kann. Das in Kapitel 8 abgedruckte Magnetkartenprogramm für den TI 59 ist wesentlich leistungsstärker, denn dort müssen lediglich der gegebene Schiffsort, der genaue Meßzeitpunkt und der gemessene Winkel eingetippt werden, um 45 Sekunden später die Sonnenstandlinie zu bekommen – fix und fertig, ohne zu zeichnen.

Für den Bordbetrieb des Tamaya NC-77 ist insofern gesorgt, als auch ein Netzgerät für 12 bis 24 Volt lieferbar ist, was bei der stromfressenden Anzeige dieses Gerätes unumgänglich ist.

## Navicomp

Dieser Rechner von Plath, Hamburg, ist schon recht „vornehm“, was Preis und Leistung anbelangt. Immerhin muß man für ihn rund 3000 DM auf den Tisch blättern. Man erhält dafür freilich auch allerhand Programm-Gegenwert.

Die Ephemeriden, also die Bildpunktkoordinaten für Sonne, zwei Planeten, Mond und 56 Sterne, sind fest einprogrammiert. Es ist schon faszinierend zu sehen, wie in etwa 20 Sekunden beispielsweise die Ephemeriden für die Venus für das Jahr 1985 ausgerechnet werden.

Ein weiterer Gag des Navicomp ist die eingebaute Quarzuhr. In ihrer Genauigkeit wäre sie noch vor zehn Jahren sensationell gewesen, heute



*Der Navicomp ist ein überaus leistungsfähiger – allerdings nicht ganz billiger – Navigationscomputer. Die Ephemeriden aller in der Navigation gebräuchlichen Gestirne sind bis 2049 vorausberechnet. In den Rechner ist eine Quarzuhr eingebaut. Das Ladegerät ist auch für 12 Volt lieferbar.*

ist dies nicht mehr besonders umwerfend, weil Quarzuhren gleicher Qualität in jedem Kaufhaus schon für einen bescheidenen Preis zu bekommen sind.

Mit dem Navicomp lassen sich Azimut und Interzept von allen in der Navigation gebräuchlichen Gestirnen auf sehr einfache Art und Weise ausrechnen. Um die Bedienung einfach zu gestalten, wurde auf das Rufzahlensystem (Seite 63) zurückgegriffen.

Deshalb ist die Handhabung außerordentlich einfach, zumal auch mit Eingabe der Augeshöhe automatisch die Sextanthöhe korrigiert wird. Aber – und das ist schade – um das Zeichnen der Standlinie kommt der Navigator auch bei diesem Wunderding nicht herum. Ohne astronomische Grundkenntnisse kann er also mit dem leistungsfähigen Navicomp nicht sehr viel anfangen.

Eine kleine Schwäche dieses Navigationsrechners ist wohl auch seine Stromversorgung. Ohne Ladegerät, das allerdings auch für 12 Volt lieferbar ist, kann er lediglich 15 bis etwa 45 Minuten betrieben werden. Wird das Gerät aber zur Stromersparnis ausgeschaltet, gehen natürlich Schiffsbreite und -länge wieder verloren, so daß für die nächsten Berechnungen neben der Augeshöhe auch die Koordinaten nochmals eingegeben werden müssen.

Daß der Navicomp mit der Großkreisnavigation fertig wird, ist selbstverständlich, denn dieses Programm ist ja sozusagen ein Abfallprodukt bei der Höhen- und Azimutberechnung.

Der Rechner kann auch als Sternfinder eingesetzt werden, weil er die Ephemeriden der Navigationssterne einprogrammiert hat, und zwar – laut Prospekt – bis 2049 (was sicher von großem praktischem Wert ist). Der Navicomp vermag auch ohne langwierige Zeichnerie nach Länge und Breite einen Schiffsort fertig auszurechnen, allerdings – und das ist ein Nachteil – darf sich der Schiffsort zwischen den beiden Messungen nicht um mehr als 0,5 sm verändert haben. Damit kann, außer bei Flaute, mit dem Navicomp ein Schiffsort aus zwei Sonnenmessungen nicht berechnet werden. Und das, obgleich eine Vormittagssonnenstandlinie und eine Mittagshöhe der Normalfall in der Sportschiffahrt sind, ja, nach der Erfahrung des Autors auf einer Weltumseglung 99 Prozent aller Gestirns-

messungen ausmachen. Wie in seligen Semiversuszeiten muß deshalb aus Interzept und Azimut die erste Standlinie konstruiert und anschließend versiegelt werden, um dann mit der zweiten konstruierten Standlinie zu einem Schnittpunkt gebracht zu werden.

Wie schreibt Hans G. Strepp in YACHT 20/78: „Der Spezialist von Plath ist sehr spezialisiert. Aber eine astronomische Standlinie morgens querab von der Sonne und die nächste mittags etwa voraus von der Sonne ist mehr wert als alles, was über Consol für die Biskaya je zu sehr gelobt worden ist . . .“

Trotzdem kann der Navicomp von Plath nur empfohlen werden, zumal für die Qualität ein Firmenname von Weltruf garantiert.

## Minicomputer Navipro 2000

Dieser Minicomputer stellt derzeit sicher das einfachste zu handhabende Navigationsgehirn an Bord einer Yacht dar. Das Navipro 2000\* ist ein Modul mit 5000 Programmschritten, das in jeden handelsüblichen Taschenrechner vom Typ TI 58, TI 58C oder TI 59 ähnlich wie eine Batterie in ein dafür vorgesehenes Fach auf der Rückseite des Rechners eingelegt werden kann. Mit dem Navipro 2000 wird der Rechner dann zu einem hochwertigen Navigationsrechner.

Der Preis für das Navipro 2000 beträgt 420 DM, für den (programmierbaren) Taschenrechner TI 58, der das Modul aufnimmt, sind rund 350 DM zu veranschlagen, zusammen also etwa 750 DM (zu beziehen über Firma Ralf Ludwig, München).

Daß das Navipro 2000 terrestrische Besteckrechnungen, Gezeitenrechnungen, Schiffsortbestimmungen aus Funkpeilungen und terrestrischen Peilungen, Weg-Zeit-Berechnungen sowie Luvgewinnberechnungen beherrscht, ist selbstverständlich. Es wurde aber darüber hinaus größter

---

\* Aus Gründen der Objektivität weist der Autor darauf hin, daß er neben Dr. Förster an der Erstellung der Programme für das Navipro 2000 beteiligt war. Die nachstehenden Erläuterungen sind also in entsprechendem Licht zu betrachten.



Wert darauf gelegt, die Bedienung des Minicomputers so einfach zu gestalten, daß auch jeder Laie damit umgehen kann. Dies gilt insbesondere für die Astronavigation. Wie immer wieder beobachtet werden kann, haben selbst geübte C-Schein-Inhaber im Sommer wieder alles vergessen, was sie über die Navigation mit den Gestirnen gelernt haben. Auch für jene wurde das Naviprogramm 2000 gestaltet.

Beim Astroprogramm im Naviprogramm 2000 wurde von folgenden Überlegungen ausgegangen:

1. Eine Gestirnsmessung kann immer nur eine einzige Standlinie ergeben. Möchte man einen Schiffsort haben, muß man mindestens eine zweite Standlinie haben.
2. Für eine Standlinie aus einer Gestirnsmessung werden immer folgende Eingaben erforderlich sein:
  - der gegebene Schiffsort,
  - der genaue Meßzeitpunkt (nach Datum und Uhrzeit),
  - der gemessene Winkel.

Optimal ist ein Programm erst dann, wenn es auf diese Eingaben hin auch gleich fix und fertig die Standlinie angibt und nicht bei Zwischenergebnissen wie Azimut oder Interzept stehenbleibt. Dies leistet das Naviprogramm 2000. Werden der geschätzte Schiffsort, der genaue Meßzeitpunkt (die Ephemeriden \* sind bis zum Ende dieses Jahrhunderts vorausberechnet) und die Sextanthöhe eingegeben, so errechnet der Rechner sofort die fertige Standlinie, wobei es gleichgültig ist, ob beispielsweise die Sonne, ein Planet (Venus) oder einer der 40 hellsten Fixsterne benutzt wird.

---

\* außer für den Mond

⌋ *Das Naviprogramm-2000-Modul ist ein daumennagelgroßer Chip, der ähnlich wie eine Batterie in einen handelsüblichen Rechner vom Typ TI 58 oder TI 59 eingelegt wird. Ohne zusätzliche Tafelwerke läßt sich dann terrestrisch, astronomisch oder gar mit dem Funkortungsverfahren Omega der Schiffsort bestimmen oder Kurs und Entfernung zum Zielhafen auf Knopfdruck abrufen. Vorkenntnisse sind auch für schwierigere Berechnungen nicht mehr nötig.*

Auch beim Naviprogramm 2000 wurde das Rufzahlensystem verwendet, so daß mit Hilfe dieses „Fahrplanes“ jeder Laie astronomisch navigieren kann, wenn er nur die Begriffe „Breite“, „Länge“ und „Standlinie“ kennt.

Ein umständliches Konstruieren der Standlinie in der Seekarte ist also nicht mehr notwendig. Damit aber nicht genug. Wird nach dem Berechnen einer Standlinie eine zweite Uhrzeit und eine zweite Messung eingegeben, so berechnet Naviprogramm 2000 nicht mehr eine zweite Standlinie – das wäre nicht optimal –, sondern gleich einen Schiffsort nach Breite und Länge. Es spielt hierbei keine Rolle, ob der Schiffsort zwischen beiden Messungen verändert wurde, weil mit Hilfe der Rufzahlen auch eine Versegelung nach Kurs und zurückgelegter Strecke an der richtigen Stelle in das Programm eingegeben werden kann.

Das Naviprogramm 2000 kann jedoch noch mehr: Ein besonderes Problem beim Benutzen der Fixsterne ist in der Praxis ihr Auffinden. Selbst gute Himmelskenner können die Fixsterne nur mit Hilfe ihrer Nachbarsterne oder ganzer Sternbilder identifizieren. Wenn in der Abenddämmerung aber schon ganze Sternbilder zu sehen sind, ist es meistens zum Messen zu spät, weil der Horizont (Kimm) nicht mehr ausgemacht werden kann. Hier hilft das Sternensuchsystem des Naviprogramm 2000.

Insgesamt fünf Fixsterne können vorgewählt werden, worauf auf einen einzigen Tastendruck hin in etwa 25 Sekunden der Reihe nach für einen bestimmten Zeitpunkt der berichtigte Höhenwinkel und die Himmelsrichtung zum Stern angegeben werden. Der Navigator braucht also nur mit dem eingestellten Winkel in der angegebenen Richtung den Horizont abzusuchen, um – vielleicht – einen winzigen Lichtfleck, den gesuchten Fixstern, zu finden. Ist es noch zu früh dazu, so bittet er den Mann am Kartentisch, nochmals die Taste E zu drücken, worauf 25 Sekunden später der nächste vorgewählte Stern nach Höhe und Himmelsrichtung abgesucht werden kann.

Daß ein derartiges Supergehirn für einen in der Navigation Unerfahrenen\* auch gefährlich sein könnte, liegt auf der Hand. So können bei

---

\* Tatsächlich kann ein Anfänger in der Astronavigation damit sofort Standlinien ausrechnen, wie Ernst-W. Barth in YACHT 10/79 bestätigt.

Sextantwinkeln von weniger als  $15^\circ$  durch ungewöhnliche Temperaturen in den verschiedenen Luftschichten absonderliche Lichtbrechungsverhältnisse auftreten, die von Formeln nicht mehr erfaßt werden. Deshalb akzeptiert das denkende Naviprolog 2000 Winkel unter  $15^\circ$  nicht mehr und zeigt dies durch Blinken an.

Noch krassere Fehler können aber dadurch entstehen, daß der Navigator beispielsweise die Sonne in kurzen Abständen hintereinander mißt, so daß sich die Standlinien schleifend schneiden (siehe Seite 11). Zwar würde der Rechner einen Schiffsort daraus berechnen können, doch könnte dieser wegen nicht auszuschaltender Messungenauigkeit grundfalsch sein. Zum Schutze davor nimmt Naviprolog 2000 keine Standlinien an, die sich unter einem Winkel von weniger als  $15^\circ$  schneiden, und zeigt dies durch eine blinkende – 15 an.

Das Naviprolog 2000 ist aber nicht nur zur Ermittlung von Schiffsorten entwickelt worden, sondern es soll den Navigator am Kartentisch auch sonst weitgehend entlasten, damit dieser für seine eigentlichen Aufgaben, nämlich Entscheidungen zu fällen, freigestellt wird. So ist ein Wechsel zwischen den verschiedenen Programmen durchaus möglich. Wenn beispielsweise mit dem eingebauten Omega-Programm ein Schiffsort errechnet wurde, so kann mit gleichem Schiffsort ohne neuerliche Eingabe desselben mit Hilfe der Gestirne weitergerechnet werden. Wann immer ein Schiffsort neu berechnet wurde, können auf einen einzigen Knopfdruck hin auch die Entfernung und der neue Kurs zum Zielort abgefragt werden.

Ein Nachteil des Naviprolog 2000 sei nicht verschwiegen. Nachdem für diesen Minicomputer ein sehr leistungsfähiger Taschenrechner vom Typ TI 58 oder TI 59 verwendet wird, könnte man durch die Vielzahl der für Naviprolog 2000 gar nicht benötigten Tasten auf dem TI 58/59 leicht verwirrt werden. Nach einer gewissen Gewöhnungszeit sollte dies aber keine Rolle spielen, zumal der Benutzer eines Naviprolog 2000 mit dem TI 59 – so ganz nebenbei – über einen der derzeit leistungsfähigsten Taschenrechner verfügt. Selbst mit eingelegtem Modul Naviprolog 2000 können sowohl der TI 58 (programmierbar mit 480 Schritten) als auch der

T159 (programmierbar mit 960 Schritten) ihrer ursprünglichen Bestimmung entsprechend benutzt werden.

Im Bordbetrieb ist es allerdings empfehlenswert, sich für den T1 58/59 ein Netzgerät für 12 Volt anzuschaffen (ca. 50 DM), damit das Naviprogramm 2000 optimal genutzt werden kann, nachdem es ja entsprechend den Eingaben aus terrestrischen Peilungen, Funkpeilungen, Gestirnmessungen usw. den eigenen Schiffsort weiter verbessert und berichtigt.

# 7 Formeln zur Verwendung im Taschenrechner

Die nachfolgenden Formeln sind mit Absicht „unmathematisch“ und nicht in einer bestimmten Formelsprache geschrieben. Sie sollen nämlich auch von solchen Navigatoren benutzt werden können, die die Schulzeit lange hinter sich haben oder für die Mathematik immer schon ein Greuel war. Andererseits wurde auf allzu Primitives verzichtet. Eine Mißweisung von  $-2^\circ$  an einem Kompaßkurs von  $312^\circ$  anzubringen, um einen rechtweisenden Kurs von  $310^\circ$  zu erhalten, ist ja fast schon eine Beleidigung für die Elektronen.

## Formeln für einfache Rechner

### Relingslogge

Diese althergebrachte Art, die Geschwindigkeit festzustellen, spielt auch heute noch eine große Rolle. Nach übereinstimmender Meinung vieler Konstrukteure ist es nämlich nicht möglich, mit unseren teuren elektronischen Loggen die zurückgelegte Strecke oder die zurückgelegte Geschwindigkeit präzise festzustellen. Das Problem liegt darin, daß die kleinen elektronisch kontrollierten Propeller nicht die Geschwindigkeit durchs Wasser, sondern genaugenommen die Geschwindigkeit des mitgeschleppten Wassers messen. Gute Ergebnisse würde nur ein Fühler bringen, der mindestens 20 bis 30 Zentimeter in das umgebende Wasser

hineinragt. Deshalb ist die Relingslogge – mindestens zur Kontrolle der elektronischen Logge – noch lange nicht passé.

In der Praxis wird eine bestimmte Länge nach Metern auf dem Boot abgemessen, wobei ein Mann am Vorschiff einen geeigneten Gegenstand (angebohrte Bierdose) voraus wirft, beim Passieren des Meßstrichs dem Mann am Heck ein akustisches oder optisches Zeichen gibt und dieser mit der Stoppuhr die Zeit mißt, die vergeht, bis die Bierdose („Tuborglogge“) die zweite Meßmarke passiert. Die Geschwindigkeit läßt sich mit dem Rechner leicht ermitteln:

$$\frac{\text{zurückgelegte Meter}}{\text{Sekunden}} \times 1,94^*$$

Beispiel:

Eine Bierdose benötigt für 11 m 4,9 Sekunden. Das Schiff läuft 4,36 kn.

### Luvgewinn

Jede Yacht kann eine sogenannte optimale Höhe laufen. Um diese herauszufinden, läßt sich die Formel „Luvgewinn“ verwenden. Auch ansonsten stellt sich die Frage, ob es günstiger ist, mit 40° zum wahren Wind und 2,5 kn gegenanzuknüppeln oder lieber auf 50° abzufallen, um 4 kn laufen zu können. Entscheidend ist immer, mit welcher Geschwindigkeit das Schiff sich letzten Endes zum Ziel (nach Luv) hin bewegt. Die Formel ist einfach:

$$\text{Knoten} \times \cos \text{Höhe zum wahren Wind} = \text{Luvgewinn}$$

---

\* Genaugenommen würde der Wert 1,9438 lauten, aber aus praktischen Gründen sollte der abgerundete Wert benutzt werden, weil das Ergebnis dadurch nicht verfälscht wird. Zu genaue Berechnungen sind Ursache für Tippfehler und bringen an Bord nichts. Man denke nur an die berühmte und bewährte Meridiantertie, die ebenfalls ein Über-den-Daumen-Peilen war.

Beispiel:

Bei 2,5 kn und 40° am wahren Wind erzielt der Skipper einen Luvgewinn von 1,92 kn, während es bei 4 kn und 50° Höhe 2,57 kn sind, so daß es in diesem Falle empfehlenswert ist, nicht so hoch zu knüppeln und auf 50° abzufallen.

## Grad- und Zeitverwandlungen

Eines der Hauptprobleme beim Rechnen mit Taschenrechnern in der Navigation ist die Tatsache, daß jeder Rechner nur mit Dezimalgrad oder Dezimalstunden arbeitet. Direkt kann kein Rechner Stunden, Minuten und Sekunden verwenden. Deshalb ist es bei den meisten Rechnungen, bei denen es um Zeit oder um Winkeleinheiten (also auch bei Koordinaten) geht, notwendig, zunächst die Stunden (oder Grad), Minuten und Sekunden in Dezimalstunden (oder Dezimalgrad) zu verwandeln.

Bei einiger Übung läßt sich die Formel schnell durchtippen, zumal sehr selten auch Sekunden mitverarbeitet werden müssen. In diesem Fall braucht der Teil der Formel, der die Sekunden betrifft, selbstverständlich nicht berücksichtigt zu werden. Wenn – was bei Koordinaten der Regelfall ist – nur Grad, Minuten und Zehntelminuten angegeben sind, so werden statt der Minuten gleichzeitig die Zehntelanteile hinzugesetzt:

$$\text{Stunden} + \text{Minuten} : 60 + \text{Sekunden} : 3600 = \text{Dezimalstunden}$$

(„Punkt geht vor Strich“ beachten!)

Beispiel:

4 Stunden 22 Minuten 14 Sekunden ergeben 4,3706 Stunden, oder: 22°44,8' ergeben 22,7467°.

Rückverwandlung von Dezimalstunden (Dezimalgrad) in Stunden (Grad) Minuten und Sekunden:

Stunden (Grad)	=	Stunden (Grad) vor dem Komma
Minuten	=	Nachkommaanteil × 60
Sekunden	=	Nachkommaanteil der Minuten × 60

Beispiel:

$12,2219^\circ = 12 \text{ Stunden } 13 \text{ Minuten } 18 \text{ Sekunden.}$

Wohl dem, der eine eigene Taste auf dem Rechner für die Zeitverwandlung und Rückverwandlung hat!

### **Zeit-Weg-Rechnung**

Diese Rechnung wird häufig beim Abfahren von Tonnen oder auch bei Meilenfahrten benötigt. Kann die Geschwindigkeit mit Hilfe von zwei Marken in der Seekarte festgestellt werden, so erhält der Navigator mit folgender Formel eine viel bessere Angabe über seine Fahrt über Grund, als es das beste Speedometer könnte, auch wenn kein Strom setzt:

$$\text{Geschwindigkeit in Knoten} = \text{Strecke in Seemeilen} : \text{Stunden}$$

oder:

$$\text{Geschwindigkeit in Knoten} = \text{Strecke in Seemeilen} \times 60 : \text{Minuten}$$

Beispiel:

Wenn eine Yacht 6 sm in 54 Minuten durchläuft, dann hat sie eine Geschwindigkeit von 6,67 kn.

Eine ähnlich einfache Rechnung stellt die Frage nach der Zeit dar, die eine Yacht bei einer bestimmten Geschwindigkeit für eine bestimmte Strecke benötigt:

$$\text{Zeit in Stunden} = \text{Strecke in Seemeilen} : \text{Knoten}$$

Beispiel:

Für 22,5 sm benötigt eine Yacht mit einer Geschwindigkeit von 6,5 kn 3,46 Stunden oder 3 Stunden 28 Minuten.

## Umwandlung in nautische Einheiten

*Wieviele Seemeilen macht ein Längengrad aus?*

Sehr einfach ist auch die Beantwortung der gar nicht so seltenen Frage, wieviele Seemeilen eine Längenminute auf der Erdoberfläche darstellt. Bekanntlich entspricht eine Seemeile genau einer Breitenminute, während die Länge einer Längenminute von der jeweiligen Schiffsbreite abhängt.

$$1 \text{ Längenminute} = \cos \text{ Schiffsbreite Seemeilen}$$

Auf 50° Breite entspricht 1 Längenminute also 0,64 sm.

*Kilometer in Seemeilen*

Die selten gebrauchte Umrechnung von Seemeilen in Kilometer kommt höchstens für Landratten in Betracht:

$$\begin{aligned} \text{Seemeilen} \times 1,852 &= \text{Kilometer} \\ \text{oder:} \\ \text{Kilometer} : 1,852 &= \text{Seemeilen} \end{aligned}$$

*Faden in Meter*

Wenn ältere englische Seekarten mit Tiefenangaben in Faden benutzt werden, so erfordert das die Umrechnung von Faden in Meter:

$$1 \text{ Faden} = 1,82 \text{ m}$$

*Fuß in Meter*

Für die Abstandsbestimmung von einem Berg durch Sextantwinkelmessung ist häufig die Umrechnung von Fuß in Meter notwendig:

$$1 \text{ Fuß} = 0,3048 \text{ m}$$

Beispiel:

9000 Fuß sind also:

$$9000 \times 0,3048 = 2743,2 \text{ m}$$

## Abstandsbestimmungen

### *Kimm Entfernung*

Besonders bei den folgenden Formeln ist es wichtig, zu wissen, wie weit die Kimm entfernt ist. Sie hängt von der Augeshöhe ab:

$$\text{Kimm Entfernung in Seemeilen} = 2,1 \times \sqrt{\text{Augeshöhe in Meter}}$$

Beispiel:

Bei 3,5 m Augeshöhe ist die Kimm 3,93 sm entfernt.

### *Objekt vor der Kimm*

Wenn sich ein Landobjekt vor der Kimm befindet, die Kimm also weiter entfernt ist (nachprüfen mit vorangegangener Formel), kann eine Sextantmessung von Spitze des Objekts und Strandkimm nach folgender Formel die Entfernung zum Landobjekt ergeben. Freilich muß die Höhe des Objekts bekannt sein. Sie ergibt sich oft aus dem Leuchtfeuerverzeichnis oder aus der Seekarte:

$$\text{Entfernung in sm} = \frac{13 \times \text{Objekthöhe über Wasserlinie in m}}{7 \times \text{Winkelminuten}}$$

Beispiel:

Ist der Leuchtturm 22 m über der Wasserlinie und wurde im Sextanten ein Winkel von nur 44 Minuten gemessen, so ist das Schiff 0,93 sm vom Peilobjekt entfernt. Mit der vorangegangenen Formel läßt sich leicht nachprüfen, daß damit das Objekt vor der Kimm liegt und somit diese Formel zu Recht benutzt werden konnte.

### *„Feuer in der Kimm“*

Dies ist eine sehr beliebte Art der Entfernungsbestimmung, weil der Zeitpunkt „Feuer in der Kimm“ fast sekundengenau bestimmt werden kann. Aber aufgepaßt, gemeint ist nicht etwa nur der Schein des Feuers

in der Kimm, sondern der „Kern“ des Feuers. Der Abstand bestimmt sich dann wie folgt:

$$\text{Abstand in sm} = 2,075 \times \frac{(\sqrt{\text{Feuerhöhe in m}} + \sqrt{\text{Augeshöhe in m}})}{2}$$

Beispiel:

Bei einer Augeshöhe von 2 m ist das Schiff von einem 24 m hohen Leuchtturm (über Wasser) noch 13,1 sm entfernt.

### *Abstandsbestimmung durch Doppelpeilung*

Beim Passieren eines Landobjektes kann man durch zwei Schiffsseitenpeilungen und der Feststellung der dazwischenliegenden Strecke über Grund nach Berücksichtigung von Strom und Abdrift die Entfernung zum Landobjekt feststellen.

$$\text{Abstand in sm} = \frac{\text{versegelte Strecke in sm} \times \sin 1. \text{ Schiffsseitenpeilung}}{\sin (2. \text{ Schiffsseitenpeilung} - 1. \text{ Schiffsseitenpeilung})}$$

Beispiel:

Der Skipper nimmt eine Schiffsseitenpeilung von 20° und versiegelt anschließend 6 sm. Dann peilt er den Leuchtturm noch mal mit einer Schiffsseitenpeilung von 80°. Der Abstand beträgt 2,37 sm.

### *Abstandsbestimmung eines Landobjektes hinter der Kimm*

Diese Formel\* hat große praktische Bedeutung. Besonders in tonnenarmen Gewässern (Mittelmeer) ist der Skipper bei manch eintöniger Land-

---

\* Die Formel liefert auch bei Objekten vor der Kimm ausreichend genaue Ergebnisse, wenn die Augeshöhe dann mit 0 angenommen wird. Wegen unberechenbarer Lichtbrechungen ist aber mit einem Fehler von 10 Prozent immer zu rechnen.

schaft auf Berge als Peilobjekte angewiesen. Ohne die folgende Formel ist er in seinen navigatorischen Möglichkeiten recht beschränkt:

$$\text{Abstand in sm} = \sqrt{3,71 \times (H - Ah) + (W - 1,76 \times \sqrt{Ah})^2} - (W - 1,76 \times \sqrt{Ah})$$

H = Höhe des Objekts

Ah = Augeshöhe in Meter

W = Sextantwinkel in Minuten

Beispiel:

Der Abstand von einem Berg von 1412 m Höhe beträgt bei einer Augeshöhe von 3 m und einem Sextantwinkel von 144 Minuten 17,46 sm.

## Formeln für programmierbare Rechner

### Loggeort nach Mittelbreite

Es ist müßig, der alten Streitfrage nachzugehen, ob solche Berechnungen nach Mittelbreite, vergrößerter Breite oder gar nach Großkreisregeln durchzuführen sind. Der Segler kann weder den einen noch den anderen Kurs exakt steuern, und die Unterschiede im Ergebnis sind in den üblichen „Segelbreiten“ vollkommen unerheblich.

Bei diesen und allen weiteren Formeln wird an dem Grundsatz festgehalten, daß West und Nord grundsätzlich mit positivem Vorzeichen, Ost und Süd dagegen mit negativem Vorzeichen gehandhabt werden.

Gesucht wird aus dem Abfahrtsort, dem zurückgelegten Kurs über Grund und der zurückgelegten Distanz der Loggeort nach Breite und Länge.

$$\text{Ankunftsbreite} = \text{Strecke in sm} : 60 \times \cos \text{Kurs} + \text{Abfahrtsbreite}$$

$$\text{Ankunftslänge} = \text{Abfahrtslänge} - \left[ \frac{\text{Strecke in sm} : 60 \times \sin \text{Kurs}}{\cos \left( \frac{\text{Abfahrtsbreite} + \text{Ankunftsbreite}}{2} \right)} \right]$$

Beispiel:

Wenn eine Yacht bei  $44,20^\circ$  N (Dezimalgrad!) und einer Länge von  $21,34^\circ$  W 30 sm mit einem Kurs von  $268^\circ$  lossegelt, so gelangt sie auf eine Breite von  $44,1826^\circ$  N oder  $44^\circ 10,9' N$  und eine Länge von  $22,0369^\circ$  oder  $22^\circ 02,2' W$ .

### Kurs und Entfernung aus zwei Orten

Bei dieser Formel nach Mittelbreite sind einige Einschränkungen zu machen. So werden die Ergebnisse auf Kursen um  $270^\circ$  und  $90^\circ$  recht ungenau. Außerdem werden die Kurse nur „quadrantal“ angezeigt. Im folgenden Beispiel ergibt die Entfernung 714 sm, doch der Kurs wird mit  $-30,55^\circ$  angegeben, so daß nur aus einer Skizze zu ersehen ist, daß es sich hier um einen Kurs S  $30,55^\circ W$  (also  $+ 180 = 210,55^\circ$ ) handelt.

$$\times \cos \left[ \arctan \left[ \frac{\text{Abfahrtslänge} - \text{Ankunftslänge}}{\frac{\text{Abfahrtsbreite} + \text{Ankunftsbreite}}{2}} \right]; (\text{Abfahrtsbreite} - \text{Ankunftsbreite}) \right]$$

$$\text{Entfernung in sm} = \frac{\text{Abfahrtsbreite} - \text{Ankunftsbreite}}{\cos \text{Kurs}} \times 60$$

Beispiel:

Abfahrtsort  $42,88^\circ$  N und  $9,27^\circ$  W

Ankunftsort  $32,63^\circ$  N und  $16,92^\circ$  W

Ergebnis: 714 sm und  $-30,55^\circ$  Kurs (=  $210,55^\circ$ )

Diese Formel ist in der Praxis höchst unbefriedigend, weil sie bei Kursen in der Gegend von  $85^\circ$  bis  $90^\circ$  schlechthin versagt. Wenn also der Breitenunterschied zwischen den beiden Orten sehr klein ist, sollte sie nicht angewendet werden. Dafür gibt es bessere Möglichkeiten, die uns unsere Elektronenrechner liefern.

Folgende Tastenfolgen führen zu präzisen Ergebnissen nach Mittelbreite ohne irgendwelche Einschränkungen:

AOS	UPN
RCL	RCL
03	3
-	RCL
RCL	4
04	-
=	RCL
×	1
(	RCL
(	2
RCL	+
01	2
+	÷
RCL	COS
02	×
)	RCL
÷	2
2	RCL
)	1
COS	-
=	CHS
X $\leftrightarrow$ T	X $\leftrightarrow$ Y
RCL	→P
02	60
-	×
RCL	X $\leftrightarrow$ Y
01	90
=	+
X $\leftrightarrow$ T	X $\leftrightarrow$ Y
INV	
P/R	
X $\leftrightarrow$ T ←	
×	
6	
0	
=	

Diese Taste zeigt bereits den Kurs. Wenn dieser negativ ist, brauchen nur 360° dazugezählt zu werden.

Die angegebenen vier Speicher sind wie folgt belegt:

- R 1 Abfahrtsbreite
- R 2 Ankunftsbreite
- R 3 Abfahrtslänge
- R 4 Ankunftslänge

Unter bestimmten Bedienungen kommt als Kurs ein negativer Wert heraus; dann müssen  $360^\circ$  dazugezählt werden. Es ist empfehlenswert, in solchen Fällen grundsätzlich ein Unterprogramm anzuhängen, das sicherstellt, daß nur positive Kurse unter  $360^\circ$  ausgewiesen werden. Ein solches Unterprogramm sieht folgendermaßen aus:

<i>AOS</i>		<i>UPN</i>
+		3
3		6
6		0
0		+
=		3
÷		6
3		0
6		÷
0		
=		
INV ← Abspaltung des Nachkommaanteils →		FRAC
INT		3
×		6
3		0
6		×
0		
=		

## Stromrechnungen

Bei Stromrechnungen ist es besonders günstig, die Tasten der Rechner für die Umwandlung in rechtwinklige Koordinaten und umgekehrt auszunutzen, statt sich an lange Formeln zu halten. Besonders deutlich zeigt

dies die Aufgabenstellung, wenn Strom nach Richtung und Stärke sowie Kurs und Fahrt durchs Wasser bekannt sind und der Kurs über Grund sowie die Geschwindigkeit über Grund gesucht werden.

AOS	UPN
RCL	RCL
01	2
X $\rightleftarrows$ T	RCL
RCL	3
02	-
-	RCL
RCL	1
03	R $\leftarrow$
=	RCL
P/R	4
X $\rightleftarrows$ T	+
+	$\rightarrow$ P
RCL	X $\rightleftarrows$ Y
04	RCL
=	3
X $\rightleftarrows$ T	+
INV	
P/R	
+	
RCL	
03	
=	

Registerbelegung:

R 1 Strom in Knoten

R 2 Stromrichtung

R 3 Kurs durchs Wasser

R 4 Schiffsgeschwindigkeit

Beispiel:

Ein Strom von 3 kn, der in eine Richtung 120° setzt, ergibt bei einem Kurs durchs Wasser von 35° und einer Schiffsgeschwindigkeit von 8 kn einen

Kurs über Grund von  $54,89^\circ$  sowie eine Geschwindigkeit über Grund von 8,79 kn. Die Geschwindigkeit läßt sich mit der Taste

$X \rightleftharpoons T$  beziehungsweise  $X \rightleftharpoons Y$  abfragen.

Etwas komplizierter ist die Tastenfolge, wenn der Kurs durchs Wasser gesucht wird und Strom nach Stärke sowie Richtung, gewünschter Kurs über Grund und die Geschwindigkeit durchs Wasser bekannt sind. Mit folgender Tastenfolge erfährt man den Kurs durchs Wasser, während die Geschwindigkeit über Grund in Register 5 gespeichert ist:

AOS	<i>UPN</i>
RCL	RCL
01	2
$X \rightleftharpoons T$	RCL
RCL	3
02	-
-	1
RCL	8
03	0
+	+
1	RCL
8	1
0	$R \leftarrow$
=	CHS
P/R	STO
STO	5
00	$X \rightleftharpoons Y$
$X \rightleftharpoons T$	STO
+/-	0
STO	$X^2$
05	CHS
RCL	RCL
04	4
$X^2$	$X^2$
-	+
$X \rightleftharpoons T$	$\sqrt{X}$
$X^2$	STO
=	+
$\sqrt{X}$	5

SUM	RCL
05	0
X $\leftrightarrow$ T	X $\leftrightarrow$ Y
RCL	$\rightarrow$ P
00	X $\leftrightarrow$ Y
INV	RCL
P/R	3
+	+
RCL	
03	
=	

Registerbelegung:

R 1 Stromstärke (Knoten)

R 2 Stromrichtung

R 3 gewünschter Kurs über Grund

R 4 Schiffsgeschwindigkeit

Beispiel:

Bei einer Stromstärke von 2 kn, Richtung 230°, einer Schiffsgeschwindigkeit von 6 kn und einem gewünschten Kurs von 120° spuckt der Rechner 101,75° Kurs durchs Wasser bei einer Geschwindigkeit über Grund von 5,01 kn (Register 5) aus.

## Gezeitenberechnungen

Besonders in Gezeitengewässern ist nachfolgende Formel in einem programmierbaren Taschenrechner von großer Hilfe. Allerdings kann sie nur dann angewendet werden, wenn die Tidenkurve gleichmäßig, also einer Cosinuskurve angenähert ist. Ein Blick in die Gezeitentafel verhilft hier zur Klarheit. Grundsätzlich kann die Formel dann angewendet werden, wenn ansonsten die bekannte Tafel 2a benutzt werden würde:

$$\text{Wasserhöhe} = \text{Tidenhöhe vorher} + \left[ \cos \left( \frac{\text{Zeit gegen nächste Tide} \times 90}{\text{Steig- oder Falldauer}} \right) \right]^2 \times \text{Tidenstieg oder Tidenfall}$$

Bei dieser Formel ist zu beachten, daß in Dezimalstunden gerechnet wird. Erforderlich ist also vorher eine Umwandlung der Stunden, Minuten und eventuell Sekunden in Stunden und Zehntelstunden. Die Höhenangaben erfolgen selbstverständlich in Meter und Bruchteilen davon. Der Tidenfall muß mit negativen Vorzeichen eingegeben werden.

Beispiel:

Wenn um 8.30 Uhr Hochwasser mit 8,80 m und um 14.45 Uhr Niedrigwasser mit 2,30 m ist, beträgt die Wasserhöhe um 12.30 Uhr ca. 4,17 m über Kartennull.

## Formeln und Tastenfolgen für die Hochseenavigation

### Höhen- und Azimutformeln

Im allgemeinen wird man die bekannten Höhen- und Azimutformeln (die auch der berühmigten Semiversusformel zugrunde liegen) nur innerhalb eines Programms verwenden. Sie werden nur der Vollständigkeit halber wiedergegeben:

Höhenwinkel =  $\arcsin [\sin \text{Deklination} \times \sin \text{gegebte Breite} + \cos \text{Deklination} \times \cos \text{gegebte Breite} \times \cos (\text{Grw. W.} \pm \text{gegebte Länge})]$

$$Z = \arccos \left( \frac{\sin \text{Deklination} - \sin \text{gegebte Breite} \times \sin \text{Höhenwinkel}}{\cos \text{Höhenwinkel} \times \cos \text{gegebte Breite}} \right)$$

Azimut = Z, wenn  $\sin (\text{Grw. W.} \pm \text{gegebte Länge})$  kleiner als 0

Azimut =  $360^\circ - Z$ , wenn  $\sin (\text{Grw. W.} \pm \text{gegebte Länge})$  größer als 0.  
Gegebte Länge muß hinzugezählt werden, wenn sie eine Ostlänge ist; Westlänge muß abgezogen werden.

Diese Formeln sind recht umständlich zu handhaben, insbesondere müssen innerhalb eines Programms mehrere logische Entscheidungen getroffen werden.

## Höhe und Azimut nach Dr. Mietzsch

Eine geniale Lösung aus diesem Dilemma fand Dr. Mietzsch, der eine rechnergerechte Tastenfolge entdeckte, mit deren Hilfe man außerdem wertvollen Programmplatz einspart, weil sie sich, wie die nachfolgenden Beispiele zeigen, auch für andere Berechnungen hervorragend eignet. Die Tastenfolge von Dr. Mietzsch sollte deshalb von vornherein als Unterprogramm ausgestaltet sein, damit sie je nach Verwendungszweck mehrfach aufgerufen werden kann. Zunächst aber ihr Hauptzweck: Berechnung von Höhenwinkel und Azimut.

AOS	UPN
P/R	R←
EXC	X $\rightleftharpoons$ Y
02	↓R
P/R	R←
EXC	↑R
02	→P
X $\rightleftharpoons$ T	X $\rightleftharpoons$ Y
INV	↑R
P/R	+
SUM	X $\rightleftharpoons$ Y
01	R←
RCL	X $\rightleftharpoons$ Y
01	↓R
P/R	→P
EXC	↑R
02	X $\rightleftharpoons$ Y
INV	→P
P/R	
EXC	
02	
INV	
P/R	

Bei TI kommt die gegißte Schiffsbreite in den Speicher 1, der negative LHA in das Register 2, eine 1 in das T-Register, und die Deklination schließlich bleibt im Anzeigeregister. Südliche Breiten werden negativ

eingegeben. Nach Durchlaufen der Tastenfolge wird der Höhenwinkel angezeigt, während sich das Azimut im Speicher 2 befindet.

Bei der Umgekehrten Polnischen Notation kommt die gegebene Schiffsbreite in das T-Register, der negative LHA in das Z-Register, die Deklination in das Y-Register und in das X-Register eine 1. Nach Durchtippen der Tastenfolge oder nach Ablauf in einem Programm findet sich der berechnete Höhenwinkel im Y-Register und das Azimut im Z-Register. Bei negativem Azimut sind  $360^\circ$  hinzuzählen.

Beispiel:

Eine gegebene Schiffsbreite von  $41,19^\circ$  N, ein LHA von  $358,12^\circ$  und eine Deklination von  $13,09^\circ$  N ergeben einen Höhenwinkel von  $61,85^\circ$  und ein Azimut von  $176,1^\circ$ .

### **Kurs und Distanz auf dem Großkreiskurs**

Das Schema von Dr. Mietzsch ist für programmierbare Taschenrechner deshalb so ideal, weil es sich wie jede Höhen- und Azimutformel auch für alle möglichen Arten von Großkreisberechnungen eignet. Das heißt aber nicht, daß es exakter ist, die Distanz zwischen zwei Orten nach Großkreis zu berechnen, sondern es bedeutet in der Praxis ganz einfach, daß die nochmalige Verwendung der Tastenfolge Platz spart. Vorbehalte gegen den Großkreiskurs („man kann ihn auf einem Segelschiff sowieso nicht steuern“) gelten hierbei selbstverständlich nicht mehr. Dieses Vorurteil stammt aus einer Zeit, als es ungleich schwieriger war, den Großkreiskurs zu berechnen. Man vergißt dabei aber heute, daß es ebenso schwierig – ja unmöglich – ist, den Großkreiskurs genau zu steuern, wie auch einen Kurs nach Mittelbreite. Deshalb wird der Navigator in seinem Rechnerprogramm das verwenden, was am bequemsten – und vor allem platzsparendsten ist. Dies dürfte das geniale Schema von Dr. Mietzsch sein. Dieses Schema kann fast unverändert für Kurs- und Entfernungsberechnungen verwendet werden. Statt der gegebenen Schiffsbreite wird die

Breite des Abfahrtsortes eingesetzt, statt der Deklination wird die Ankunftsweite verwendet, und für den LHA berechnet der Rechner den Längenunterschied zwischen Ankunftsweite und Abfahrtsweite, also:

$$\text{Ankunftsweite} - \text{Abfahrtsweite}$$

Das Ergebnis wird dann noch mit einem negativen Vorzeichen versehen. Nach dem Durchtippen der Formel von Dr. Mietzsch erhält man statt des Azimuts den Großkreiskurs. Die Entfernung in Breitengraden ergibt sich aus

$$90^\circ - \text{Höhenwinkel}$$

Um die Seemeilen zu erhalten, muß das Ergebnis nur noch mit 60 multipliziert werden.

Die Tatsache, daß beim Greenwichwinkel vollkreisig, also von  $0^\circ$  bis  $360^\circ$  gerechnet wird, bei den Längenangaben jedoch von  $0^\circ$  bis  $180^\circ$  W (also +) und von  $0^\circ$  bis  $180^\circ$  E (also -), verkräftet der Rechner, ohne mit der Anzeige zu zucken.

Beispiel:

Abfahrtsort  $22,54^\circ$  N,  $14,12^\circ$  W

Ankunftsort  $24,49^\circ$  N,  $15,19^\circ$  W

Ergebnis: Die Großkreisentfernung zwischen den beiden Orten beträgt  $130,97$  sm, und der Großkreiskurs (genauer gesagt: der Abfahrtskurs) ist  $-26,50$  oder, nach Hinzuzählen von  $360$ ,  $-333,5^\circ$ .

### **Koppeln auf dem Großkreis**

Damit sind aber die Möglichkeiten der Tastenfolge von Dr. Mietzsch noch nicht erschöpft. Man kann sie mit ausreichender Genauigkeit genauso gut zum Koppeln einsetzen. Bekannt sind hierbei Länge und Breite des Abfahrtsortes sowie Kurs und Distanz, und gesucht werden Länge und Breite des Ankunftsortes. Hierbei ist in die genannte Formel folgendes einzugeben:

- statt der gegißten Schiffsbreite: die Abfahrtsbreite,
- statt des negativen LHA: der Kurs,
- statt der Deklination:  $90^\circ$  – Entfernung in Breitengraden (zuerst müssen also die Seemeilen durch 60 geteilt werden).

Als Ergebnis erhält man:

- statt des Höhenwinkels unmittelbar die Ankunftsweite,
- statt des Azimuts einen Zwischenwert, der nach folgender Formel zur Ankunftsweite führt (wenn die Grundregel beibehalten wird, daß Ostlängen negativ und Westlängen positiv sind):

$$-1 \times \text{Zwischenwert} + \text{Abfahrtsweite}$$

Beispiel:

Wenn bei einem Abfahrtsort von  $22,54^\circ$  N und  $14,12^\circ$  W 130,97 sm in einer Richtung von  $333,50^\circ$  gesegelt werden, so befindet sich das Schiff anschließend auf  $24,49^\circ$  N und  $15,19^\circ$  W.

Wenn nach dieser Formel gekoppelt wird, ist es unvorstellbar, daß in der üblichen Bordpraxis hieraus entscheidende Ungenauigkeiten resultieren. Nur für die Theoretiker sei deshalb darauf hingewiesen, daß es sich bei den Kursen um Anfangskurse auf dem Großkreis handelt.

### Schnittpunkt aus zwei Standlinien

Die nachfolgende Tastenfolge dient dazu, um zwei Standlinien zum Schnittpunkt, also zu einem Schiffsort zu verrechnen. Der Anwendungsbereich ist weit: Es lassen sich beispielsweise rechtweisende Funkpeilungen, rechtweisende optische Peilungen oder astronomische Standlinien zur Schiffsortbestimmung verwenden. Wie die Tastenfolge zeigt, eignet sie sich aber auf keinen Fall mehr dazu, um dieses Problem mit einem nicht programmierbaren Rechner anzugehen. Bis nämlich die Koordinaten der Peilobjekte und ihre Peilungen in den Rechner eingetippt sind, kann der Schiffsort auf der Seekarte bereits gezeichnet werden. Das ist schneller und vor allem anschaulicher. Deshalb sollte das

nachfolgende Programm lediglich in einem Unterprogramm verwendet werden.

Bei der Programmgestaltung muß darauf geachtet werden, daß nicht bei jeder neuen Berechnung die Koordinaten wiederholt eingegeben werden, denn die Positionen der Peilobjekte bleiben ja unveränderlich. So kann der Navigator dann beispielsweise durch jeweilige Eingabe der rechtweisenden Peilungen, also nur mit zwei Eingaben, im folgenden seinen Schiffsort bestimmen. Die Registerbelegung, an die der Navigator selbstverständlich nicht gebunden ist, ist im Beispiel der Tastenfolge:

R 1: Breite des ersten Peilobjekts

R 2: Breite des zweiten Peilobjekts

R 3: Länge des ersten Peilobjekts

R 4: Länge des zweiten Peilobjekts

R 5: Peilung zum ersten Peilobjekt

R 6: Peilung zum zweiten Peilobjekt

Wie üblich, werden südliche und östliche Koordinaten als Minuswerte eingegeben.

Beispiel:

Erstes Peilobjekt:  $40,18^\circ$  N,  $22,11^\circ$  E – Peilung  $359^\circ$

Zweites Peilobjekt:  $39,22^\circ$  N,  $24,38^\circ$  E – Peilung  $79^\circ$

Schiffsort:  $38,88^\circ$  N,  $22,13^\circ$  E

AOS	UPN
LBL	LBL
A	A
RCL	RCL
02	4
-	RCL
RCL	3
01	-
=	RCL
X $\rightleftarrows$ T	1
RCL	RCL
04	2
-	+

RCL	2
03	÷
=	COS
×	STO
(	7
(	×
RCL	CHS
01	RCL
+	2
RCL	RCL
02	1
)	-
÷	→P
2	X↔Y
)	RCL
COS	6
STO	-
07	SIN
=	×
+/-	RCL
INV	6
P/R	RCL
-	5
RCL	-
06	SIN
=	÷
SIN	STO
×	8
X↔T	RCL
÷	5
(	COS
RCL	×
06	CHS
-	RCL
RCL	1
05	+
)	Schiffsbreite → R/S
SIN	RCL
=	8
STO	RCL

08		5
×		SIN
RCL		×
05		RCL
COS		7
=		÷
+ / -		RCL
+		3
RCL		+
01		R/S
=		
R/S ← Schiffsbreite		
RCL		
08		
×		
RCL		
05		
SIN		
÷		
RCL		
07		
=		
+		
RCL		
03		
=		
R/S		

Der Vorbehalt gegen schleifende Schnitte (siehe Seite 11) gilt selbstverständlich auch bei dieser Formel.

### Gesamtbeschickung

Selbstverständlich wäre es viel zu umständlich, bei jeder einzelnen Messung die Formel für die Gesamtbeschickung (GB) anzubringen. Viel einfacher ist es, mit einem Blick im Fulst oder im Nautischen Jahrbuch (Seite 40) die einzelnen Gesamtbeschickungen festzustellen. Allerdings gehört

zu einem „eleganten“ Astroprogramm, daß die gemessenen Höhen auch gleich beschickt werden. Hierzu eignen sich die Formeln nach Hermann Albrecht vorzüglich. Zu beachten ist aber dabei, daß die Augeshöhe in Meter und die Gesamtbeschickung letztlich in Minuten angezeigt wird.

Formeln zur Gesamtbeschickung zur wahren Gestirnhöhe nach Hermann Albrecht:

*Fixsterne und Planeten bei einer Höhe von mehr als 14°*

$$0,4 - \frac{60}{\text{Höhe}} - 1,8 \sqrt{\text{Augeshöhe}} = \text{Gesamtbeschickung}$$

Anmerkung: Bei der Venus kann zur Steigerung der Genauigkeit zum Ergebnis addiert werden:

$$+ \text{Horizontalparallaxe} \times \cos \text{Höhe}$$

*Sonnenunterrand ab 14°*

$$16,55 - \frac{60}{\text{Höhe}} + * 0,25 \times \cos (30 \times \text{Monat}) - 1,8 \times \sqrt{\text{Augeshöhe}}$$

Anmerkung: Wird der Sonnenoberrand gemessen, was in der Praxis fast nie vorkommt, müssen statt des mit \* gekennzeichneten Plus ein Minus eingesetzt und außerdem 32 Minuten abgezogen werden.

*Mond über 18°*

$$0,49 - \frac{60}{\text{Höhe} - 1} + \text{Horizontalp.} \times \cos \text{Höhe} - 1,8 \times \sqrt{\text{Augeshöhe}}$$

Anmerkung: Wenn der Oberrand gemessen wurde, ist vom Ergebnis noch abzuziehen:

$$(\text{Horizontalparallaxe} \times 0,272)$$

Wenn der Unterrand gemessen wurde, müssen diese Werte noch hinzugezählt werden.

Wenn Höhen über 50° gemessen wurden, ist in die Formel statt 0,49 einzusetzen: 0,63.

Auf Formeln für Höhen unter  $14^\circ$  beziehungsweise beim Mond unter  $18^\circ$  wurde absichtlich verzichtet, weil bei derart niedrigen Höhen die atmosphärischen Bedingungen häufig so sind, daß sie von Formeln gar nicht mehr erfaßt werden können. Deshalb gilt auch in der astronomischen Navigation der Grundsatz, daß nach Möglichkeit keine Höhen unter  $20^\circ$  genommen werden sollen.

## Kalender

Dieser wird dann benötigt, wenn man über einen sehr leistungsfähigen vollprogrammierbaren Taschenrechner verfügt (HP 67 oder TI 59). Nur mit Hilfe des Kalenders läßt sich beispielsweise der Aries, also der Frühlingspunkt, für den Zeitpunkt der Messung genau bestimmen.

Mit der folgenden Formel wird ausgerechnet, der wievielte Tag (T) nach Christi Geburt\* das betreffende Datum darstellt. Nach diesen Daten nämlich richten sich die Formeln für Aries und Bildpunktkoordinaten auf den folgenden Seiten. Die genannte Formel gilt nur für Januar und Februar:

$$365 \times \text{Jahr} + \text{Tag} + 31 \times \text{Monat} - 46 + \text{Vorkommaanteil von } [( \text{Jahr} - 1 ) : 4] = \text{Anzahl der Tage seit Christi Geburt}$$

Wenn es sich um ein Datum außerhalb von Januar und Februar handelt, gilt folgende Formel:

$$365 \times \text{Jahr} + \text{Tag} + 31 \times \text{Monat} - 46 - \text{Vorkommaanteil von } (0,4 \times \text{Monat} + 2,3) + \text{Vorkommaanteil von } (\text{Jahr} : 4) = \text{Anzahl der Tage nach Christi Geburt}$$

Diese Formeln können nur im 20. Jahrhundert verwendet werden.

Beispiel:

Der 4. 9. 1981 ist der 723792. Tag seit Christi Geburt, und der 20. 2. 1995 ist der 728709. Tag.

---

\* Es handelt sich hier um ein angenommenes Datum. Den genauen Tag wüßten die Historiker schon lange gerne.

**Frühlingspunkt (Aries)**

$$\text{Aries} = \text{Uhrzeit in Dezimalstunden} : 24 \times 360,9856644 + b + c + 99,20189733$$

$$b = \text{Nachkommaanteil von } a \times 1440,02509$$

$$c = \text{Vorkommaanteil von } a \times 0,0307572$$

$$a = (T - 693960) : 1461$$

$$T = \text{Ergebnis mit der vorangegangenen Kalenderformel}$$

Den Frühlingspunkt zu berechnen, hat nur dann einen Sinn, wenn die Sternkoordinaten bestimmt werden sollen. Immer sind also zusätzlich notwendig: der Sternwinkel, der zum Frühlingspunkt addiert wird, was letztlich den Greenwichwinkel ergibt, und die Deklination des Sterns. Es ist übrigens durchaus möglich, einen ganzen Stern, also Sternwinkel und Deklination, in *einem* Speicher aufzubewahren, wobei die Deklination und der Sternwinkel durch ein Komma getrennt werden. Nachdem der Sternwinkel immer ein positives Vorzeichen hat, kann ein eventuelles negatives Vorzeichen sich also nur auf eine südliche Deklination beziehen.

Sternwinkel und Deklination werden ganz einfach durch ein Komma getrennt. Benötigt man dann beispielsweise den Sternwinkel, der vor dem Komma steht, so wird der Registerinhalt aufgerufen sowie der Vorkommaanteil durch `INT` abgespalten und durch 100 beziehungsweise 1000 geteilt, damit der Sternwinkel nach Grad und Dezimalgrad angegeben ist.

Nachdem bei den Rechnern von HP nur zehn Stellen zur Verfügung stehen, ist entweder beim Sternwinkel oder bei der Deklination Einschränkung geboten, weil – unter Beibehaltung der Jahrbuch-Genauigkeit – der Sternwinkel sechs Stellen und die Deklination fünf Stellen benötigte.

Diese Probleme existieren bei den Rechnern von TI nicht. Bei diesen ist es sogar möglich, mit einem kleinen Kunstgriff bis zu dreizehn Stellen im

Speicher zu lagern, obwohl nur zehn Stellen angezeigt werden. Ein Beispiel mag dies verdeutlichen:

$$\begin{array}{r} 446954 \quad + \\ 0.227962 \quad = \\ \hline 446954.228 \end{array}$$

Wenn nun das Ergebnis beispielsweise in das Register 1 abgelagert wird, kann es auch auf Magnetkarten aufgezeichnet werden. Beim späteren Rückruf aus Register 1 erscheint zwar nur die Zahl 446954.228. Wird aber dann mit Hilfe von **INV** **INT** der Nachkommaanteil abgespalten, so erscheinen wieder sechs Stellen hinter dem Komma, nämlich: 0.227962. Dies bringt den beachtlichen Vorteil mit sich, daß zwei vollwertige Koordinaten in einem einzigen Speicher aufbewahrt und bei Bedarf wieder abgerufen werden können. Die Trennung der beiden Koordinaten wird dann über ein einfaches Unterprogramm vorgenommen. Auf diese Art und Weise läßt sich beim TI 59 ein Astroprogramm zur Berechnung von Standlinien und Schiffsort aus Sternmessungen mit immerhin 40 Fixsternen erstellen (ohne Verwendung des Nautischen Jahrbuchs!).

### **Bildpunktkoordinaten der Sonne nach Dr. Förster**

Die im Astroprogramm auf Seite 132 enthaltene Berechnung für den Greenwichwinkel und die Deklination der Sonne nach Dr. Förster dürfte auf mindestens zehn Jahre hinaus eine Genauigkeit gewährleisten, die besser als 0,5 Minuten ist.\* Es ist Geschmacksache, ob die einzelnen Konstanten in Speichern abgelagert werden oder ob sie direkt ins Programm eingebaut sind. Entscheidend ist wohl letztlich eine Programmplatz-Inventur.

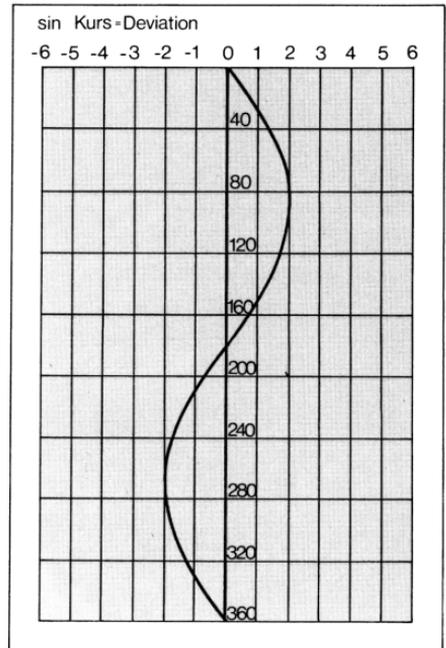
---

\* Die Ungenauigkeit im Jahre 9999 ist geringer als 10 Seemeilen, so daß auch in 7000 Jahren Barbados noch gefunden werden kann – falls diese kleine Insel dann überhaupt noch existiert.

Die Berechnung der Bildpunktkoordinaten ist auf den Seiten 123 ff. dargestellt. Beim TI-Programm beginnt sie bei Schritt 273. Im Speicher 39 befindet sich das Datum, das im Standardmodul des TI 59 berechnet wurde. Im Speicher 35 steht die genaue mittlere Greenwichzeit (Format beachten!). Mit Schritt 516 ist der GHA und mit Schritt 536 die Deklination berechnet. Beim HP-Programm erfolgt die Berechnung der Bildpunktkoordinaten im Unterprogramm „16“, die Datumsberechnung mit den Formeln von Seite 120 im Unterprogramm „18“. Das Datum ist im 14. Register und die Uhrzeit im 13. Register abgespeichert.

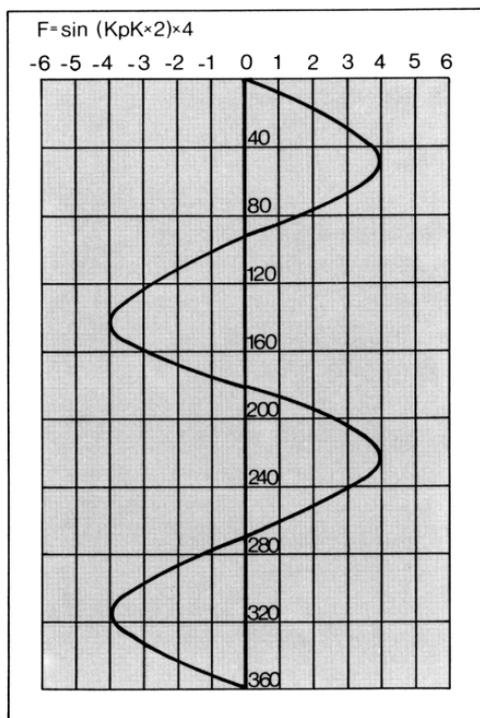
### Steuertafel oder Funkbeschickungskurve

Im Idealfall könnte eine Steuertafel für einen Kompaß wie folgt aussehen:



Diese Kurve stellt nichts anderes dar als eine ganz gewöhnliche Sinuskurve. Wenn für  $10^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $30^\circ$  usw. die Sinustaste gedrückt wird, dann ergeben sich Werte, wie sie in der Kurve eingetragen sind. Wenn also eine Steuertafel – was allerdings ein unwahrscheinlicher Zufall wäre – genau die Werte hätte, wie in der Zeichnung aufgezeigt, so würde es ausreichen, den Kompaßkurs einzugeben und den Sinus davon als Deviation zu nehmen. Sogar die Vorzeichen wären richtig.

Wie gesagt, ein solcher Idealfall kommt in der Praxis praktisch nicht vor. Wie aber dennoch statt einer Tafel – in Grenzen – eine einfache Rechnung eingesetzt werden kann, zeigt das folgende Beispiel einer Funkbeschickungstafel für die Hochseeyacht CARINA III:



Es handelt sich hierbei um nichts anderes als um eine doppelte Sinuskurve. Evident ist, daß im Gegensatz zur ersten Kurve die „Nulldurchgänge“ nicht mehr bei  $180^\circ$  und bei  $360^\circ$  liegen, sondern bei  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  und  $360^\circ$ .

Wenn vorher also ein Kurs von  $180^\circ$  gleich Null war (Sinus  $180^\circ$  ist 0), so muß jetzt ein Kurs von  $90^\circ$  auch 0 ergeben. Dieser Forderung kann man leicht dadurch nachkommen, indem der Kurs verdoppelt wird. Würde man aber nunmehr die Formel

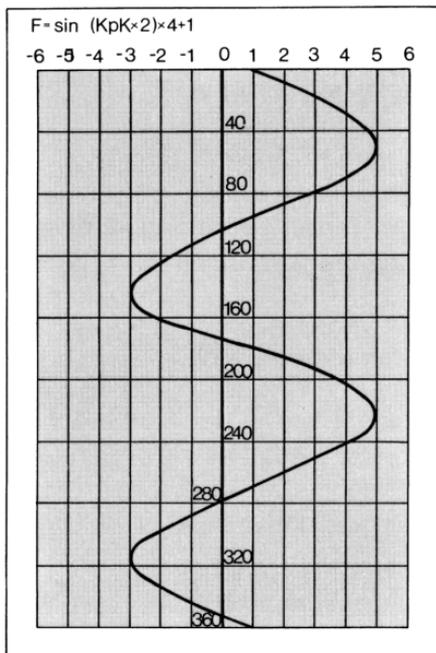
$$\text{Funkbeschickung} = \sin(\text{Kompaßkurs} \times 2)$$

verwenden, so würden die Ausschläge nicht wie in der Funkbeschickungskurve der CARINA III bis 4 gehen, sondern lediglich bis 1. Dem läßt sich leicht dadurch abhelfen, indem das Ergebnis mit 4 multipliziert wird. Die endgültige Formel für die Funkbeschickungskurve der CARINA III heißt also:

$$\text{Funkbeschickung} = \sin(\text{Kompaßkurs} \times 2) \times 4$$

Die Probe aufs Exempel zeigt, daß diese einfache Formel ziemlich genau die tatsächlichen Verhältnisse bei der Funkbeschickung wiedergibt. Als Unterprogramm in einem größeren Programm (Funkpeilungsprogramm) würde sie also eine erhebliche Arbeitserleichterung bringen.

Selten sind aber Funkbeschickungskurven so einfach gelagert wie bei der CARINA III. Daß diese Kurve derart symmetrisch ist, liegt mit großer Wahrscheinlichkeit daran, daß die Peilsonde genau mittschiffs angebracht ist. Wenn sie davon aber etwas abweicht, so wird sich auch die Funkbeschickungskurve etwas verschieben. Sie könnte so aussehen wie auf Seite 126 gezeigt:

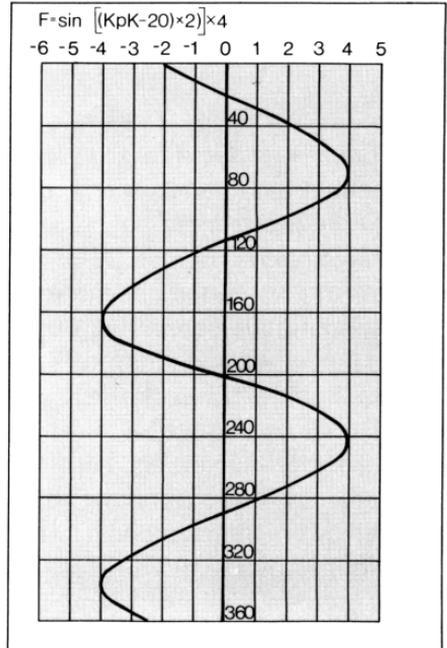


Auch diese gleichmäßige Kurve läßt sich mit einer kleinen Zusatzerweiterung sehr leicht in einer Formel erfassen. Es handelt sich nämlich um exakt dieselbe Kurve wie im vorangegangenen Beispiel. Sie ist lediglich etwas nach der Seite verschoben, was man leicht daran erkennt, daß die Ausschläge nach der positiven Seite bis +5 gehen, während auf der negativen Seite lediglich -3 erreicht werden. Statt in der vorigen Formel als Ergebnis +4 auf der einen Seite und auf der anderen Seite -4 zu erreichen, müssen nunmehr auf der positiven Seite +5 und auf der negativen Seite -3 erreicht werden. Dies geschieht dadurch, daß der vorangegangenen Formel ein Grad hinzugezählt wird. Die Formel für diese Kurve lautet demnach:

$$\text{Funkbeschickung} = \sin (\text{Kompaßkurs} \times 2) \times 4 + 1$$

Noch eine weitere Variante läßt sich nur unschwer auch von einem Laien in eine Formel bringen.

Bei der folgenden Kurve handelt es sich um die gleiche Doppelsinuskurve wie bei der CARINA III; der einzige Unterschied besteht lediglich darin, daß die Nulldurchgänge nicht mehr bei  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  und  $270^\circ$  erfolgen, sondern um  $20^\circ$  später, also bei  $20^\circ$ ,  $110^\circ$ ,  $200^\circ$  und  $290^\circ$ :



Indem vom Kompaßkurs  $20^\circ$  abgezogen werden, läßt sich dies auf einfache Art ausgleichen. Die Formel lautet demnach:

$$\text{Funkbeschickung} = \sin [( \text{Kompaßkurs} - 20 ) \times 2] \times 4$$

Die vorangegangenen Beispiele sollten lediglich dazu dienen, dem Navigator die Scheu zu nehmen, wenn es darum gilt, einfache, gleichmäßige Kurven formelmäßig zu erfassen.

# 8 Zwei fertige Astroprogramme

## Schiffsort aus Sonnenmessungen mit Rechner TI 59

Jeder Besitzer eines TI 59 kann dieses Programm in seinen Rechner eintippen. Er ist damit den meisten Navigationsrechnern weit überlegen. Es zeichnet sich dadurch aus, daß es ohne Verwendung irgendwelcher Tafelwerke (auch nicht des Nautischen Jahrbuchs) aus der Eingabe des geößten Schiffsorts, des Datums, des Meßzeitpunkts, des gemessenen Winkels und eventuell der Augeshöhe fix und fertig eine astronomische Sonnenstandlinie berechnet. Werden eine zweite Messung und ein zweiter Sextantwinkel mit einer Versegelung eingegeben (also nicht mehr der geößte Schiffsort), so berechnet das Programm gleich den Schiffsort nach Breite und Länge.

Bei der Programmierung des Rechners ist zu beachten, daß bei einem TI 59 sowohl Speicherinhalte (Register) als auch Programmschritte auf Magnetkarten aufgezeichnet werden können. Zum vorangegangenen Sonnenprogramm *muß* die Speicherbereichsverteilung dahingehend geändert werden, daß insgesamt 40 Speicher zur Verfügung stehen. Dies geschieht vor Beginn des Programmierens mit folgender Tastenfolge:

4 2nd Op 1 7

Wenn das Programm dann – wie nachfolgend – eingetippt ist, muß bei Einschreiben der Magnetkarten zur Benutzung des Programms der Speicherbereich des TI 59 vorher immer entsprechend geändert werden! Ohne die Speicherbereichsverteilung in diesem Sinne kann der Rechner die Magnetkarten – auch wenn sie richtig programmiert sind – nicht aufnehmen.

Dieses Magnetkartenprogramm bezieht den für die Berechnung der Sonnephemeriden wichtigen Kalender aus dem Standardmodul des TI 59. Deshalb kann es auch nur mit eingelegtem Standardmodul von TI funktionieren.

## Gebrauchsanweisung

Eingabeformat:

- Koordinaten:  $40^{\circ}22,9'$  Nord = 4022,9  
 $166^{\circ}1,2'$  West = 16601,2  
 $2^{\circ}0,8'$  Süd = - 200,8  
 $80^{\circ}20,0'$  Ost = - 8020

Ost und Süd werden also immer als Minuswerte eingegeben! Zuerst stets die Breite und dann die Länge – wie üblich.

- Sextantwinkel werden ebenso wie Koordinaten eingegeben:  $40^{\circ}22'$  wird als 4022 eingetippt.
- Kurse, Richtungen und Azimut werden im Gegensatz zu den Koordinaten als Dezimalgrad angegeben; ein Kurs von  $182,5^{\circ}$  wird also als 182,5 eingegeben und so abgelesen.
- Uhrzeit: 19 Uhr 10 Minuten 8 Sekunden als 19,1008.
- Datum: Amerikanisches System! 12. 5. 1979 muß also als 512,1979 eingegeben werden.  
 Oder: 1. April 1980 = 401,1980.
- Seemeilen wie die Minuten bei den Koordinaten, nämlich  $12,8 \text{ sm} = 12,8$ .

Nach jeder Eingabe und Drücken der richtigen Taste erscheint eine *Rufzahl*, die nach einer ganz bestimmten nächsten Eingabe verlangt. Rufzahlen sind sozusagen die Wegweiser durch das Programm. Geht der Benutzer stur nach Rufzahlen und dem „Kochrezept“ vor, kann bei richtigen Eingaben nichts schiefgehen. Rufzahlen machen das Programm „idiotensicher“. Auch ein Nichtsegler kann so eine Astrostandlinie berechnen – leider!

*So wird eine Standlinie berechnet*

Rufzahl	Eingabe	Taste
	gegißte Schiffsbreite	<b>A</b>
1	gegißte Schiffslänge	<b>R/S</b>
2	Datum	<b>R/S</b>
3	Augeshöhe in Meter	<b>R/S</b> *
0	mittlere Greenwichzeit	<b>B</b>
4	Sextantwinkel	<b>R/S</b>
5	Programmstart	<b>E</b>
Anzeige nach ca. 45 Sekunden:		
	Breite eines möglichen Schiffsortes	<b>R/S</b>
	Länge eines möglichen Schiffsortes	<b>R/S</b>
	Richtung der Standlinie	

Anmerkung: Ein Abfragen des Rechnerinhaltes nach den eingegebenen Daten ist nunmehr durch fortlaufendes Drücken der Taste **R/S** möglich.

## Beispiel:

Gegißte Schiffsbreite von 30°02,8' N, gegiße Schiffslänge von 59°51,3' W ergeben am 12. Mai 1979 bei einer Augeshöhe von 4 m und einem um 15 Uhr 59 Minuten 12 Sekunden gemessenen Winkel von 77°31' folgende Standlinie:

Breite eines möglichen Schiffsortes:	30°20,99'N
Länge eines möglichen Schiffsortes:	59°49,84'W
Richtung der Standlinie, die durch den möglichen Schiffsort verläuft:	93,98°

\* Dieser Schritt muß nur bei einer anderen Augeshöhe als zwei Meter durchgeführt werden, denn zwei Meter – für Yachten eine ganz normale Augeshöhe – sind im Programm schon vorprogrammiert.

*Berechnung des Schiffsortes*

Berechnung der ersten Standlinie wie vorher und anschließend Berechnung des Schiffsortes:

Rufzahl	Eingabe	Taste
–	2. MGZ	<input type="button" value="B"/>
4	2. Winkel	<input type="button" value="R/S"/>
5*	versegelter Kurs	<input type="button" value="R/S"/>
6	versegelte Strecke in Seemeilen	<input type="button" value="R/S"/>
7	Programmstart	<input type="button" value="E"/>

Anzeige nach ca. einer Minute:

Schiffsbreite

Schiffslänge

Auch hier kann durch fortlaufendes Drücken der Taste  der Rechnerinhalt abgefragt werden.

**Beispiel:**

Wird nach Berechnung der ersten Standlinie im vorangegangenen Beispiel um 19 Uhr 00 Minuten 11 Sekunden die Sonne noch einmal mit  $46^{\circ}18'$  gemessen und ist das Schiff zwischenzeitlich 22 sm auf einem rechtweisenden Kurs von  $210^{\circ}$  versegelt worden, so ergibt sich der Schiffsort mit:

$30^{\circ}00,97' \text{ N}$   
und  $59^{\circ}46,7' \text{ W}$

---

\* Hat zwischen beiden Messungen keine Versegelung stattgefunden, muß bei Schritt 5 und 6 jeweils die Zahl 0 eingegeben werden.

*Astroprogramm für TI 59*

zur Standlinienberechnung und Schiffsortbestimmung (mit Versegelung)  
ohne Verwendung des Nautischen Jahrbuchs:

## Speicherbelegung

100.	00
0.	01
0.	02
0.	03
0.	04
0.	05
0.	06
0.	07
279.306	08
693960.	09
1440.02509	10
0.0307572	11
0.9856645	12
356.6498973	13
1.91233	14
0.9999825	15
1.999965	16
282.55462	17
0.98564734	18
429.266	19
595.63	20
2.283	21
18.7333	22
23.4415	23
0.00075	24
104.55	25
360.	26

000	43	RCL	064	01	01	128	48	EXC	192	43	RCL	256	43	RCL
001	27	27	065	45	YX	129	32	32	193	31	31	257	29	29
002	71	SBR	066	42	STD	130	32	XIT	194	95	=	258	34	FX
003	25	CLR	067	27	27	131	22	INV	195	38	SIN	259	54	)
004	43	RCL	068	43	RCL	132	37	P/R	196	65	X	260	95	=
005	37	37	069	32	32	133	44	SUM	197	32	XIT	261	92	RTN
006	71	SBR	070	44	SUM	134	01	01	198	55	+	262	76	LBL
007	25	CLR	071	37	37	135	43	RCL	199	53	(	263	15	E
008	43	RCL	072	01	1	136	01	01	200	43	RCL	264	87	IFF
009	31	31	073	32	XIT	137	37	P/R	201	31	31	265	01	01
010	91	R/S	074	43	RCL	138	48	EXC	202	75	-	266	43	RCL
011	43	RCL	075	33	33	139	32	32	203	43	RCL	267	76	LBL
012	39	39	076	50	INI	140	22	INV	204	38	38	268	10	E*
013	91	R/S	077	77	GE	141	37	P/R	205	54	)	269	43	RCL
014	43	RCL	078	15	E	142	48	EXC	206	38	SIN	270	37	37
015	35	35	079	43	RCL	143	32	32	207	95	=	271	42	STD
016	91	R/S	080	30	30	144	22	INV	208	42	STD	272	32	32
017	43	RCL	081	85	+	145	37	P/R	209	05	05	273	43	RCL
018	34	34	082	09	9	146	32	RTN	210	65	X	274	39	39
019	71	SBR	083	00	0	147	76	LBL	211	43	RCL	275	36	PGM
020	25	CLR	084	95	=	148	24	CE	212	38	38	276	20	20
021	81	RST	085	71	SBR	149	22	INV	213	39	CD5	277	12	B
022	76	LBL	086	32	XIT	150	88	DMS	214	95	=	278	36	PGM
023	53	(	087	42	STD	151	55	+	215	94	+/-	279	20	20
024	43	RCL	088	31	31	152	43	RCL	216	85	+	280	13	C
025	34	34	089	87	IFF	153	00	00	217	43	RCL	281	75	-
026	85	+	090	03	03	154	95	=	218	28	28	282	43	RCL
027	71	SBR	091	55	+	155	88	DMS	219	95	=	283	09	09
028	34	FX	092	81	RST	156	92	RTN	220	42	STD	284	95	=
029	22	INV	093	76	LBL	157	76	LBL	221	27	27	285	42	STD
030	44	SUM	094	42	STD	158	25	CLR	222	43	RCL	286	07	07
031	33	33	095	01	1	159	22	INV	223	05	05	287	55	+
032	43	RCL	096	08	8	160	88	DMS	224	65	X	288	01	1
033	27	27	097	00	0	161	65	X	225	43	RCL	289	04	4
034	42	STD	098	44	SUM	162	43	RCL	226	38	38	290	06	6
035	01	01	099	30	30	163	00	00	227	38	SIN	291	01	1
036	29	CP	100	61	STD	164	95	=	228	55	+	292	95	=
037	43	RCL	101	43	RCL	165	88	DMS	229	43	RCL	293	42	STD
038	32	32	102	76	LBL	166	91	R/S	230	28	28	294	01	01
039	42	STD	103	45	YX	167	92	RTN	231	39	CD5	295	22	INV
040	30	30	104	42	STD	168	76	LBL	232	95	=	296	59	INT
041	43	RCL	105	28	28	169	55	+	233	85	+	297	65	X
042	33	33	106	43	RCL	170	43	RCL	234	43	RCL	298	43	RCL
043	77	GE	107	37	37	171	27	27	235	36	36	299	10	10
044	42	STD	108	42	STD	172	75	-	236	95	=	300	85	+
045	76	LBL	109	36	36	173	43	RCL	237	42	STD	301	43	RCL
046	43	RCL	110	43	RCL	174	28	28	238	37	37	302	01	01
047	01	1	111	32	32	175	95	=	239	81	RST	303	59	INT
048	32	XIT	112	44	SUM	176	32	XIT	240	76	LBL	304	65	X
049	43	RCL	113	36	36	177	43	RCL	241	34	FX	305	43	RCL
050	30	30	114	22	INV	178	37	37	242	53	(	306	11	11
051	94	+/-	115	86	STF	179	75	-	243	93	.	307	85	+
052	42	STD	116	01	01	180	43	RCL	244	02	2	308	53	(
053	32	32	117	43	RCL	181	36	36	245	07	7	309	43	RCL
054	09	9	118	31	31	182	95	=	246	06	6	310	35	35
055	00	0	119	42	STD	183	65	X	247	75	-	311	88	DMS
056	75	-	120	38	38	184	43	RCL	248	43	RCL	312	55	+
057	43	RCL	121	10	E*	185	28	28	249	33	33	313	02	2
058	33	33	122	76	LBL	186	39	CD5	250	35	1/X	314	04	4
059	50	IXI	123	33	X²	187	95	=	251	75	-	315	54	)
060	95	=	124	37	P/R	188	94	+/-	252	93	.	316	42	STD
061	71	SBR	125	48	EXC	189	22	INV	253	00	0	317	06	06
062	33	X²	126	32	32	190	37	P/R	254	03	3	318	65	X
063	87	IFF	127	37	P/R	191	75	-	255	65	X	319	43	RCL

## 8 ZWEI FERTIGE ASTROPROGRAMME

320	12	12	384	18	18	448	54	)	512	05	5	576	43	RCL
321	85	+	385	85	+	449	39	CDS	513	54	)	577	26	26
322	43	RCL	386	43	RCL	450	75	-	514	42	STD	578	95	=
323	13	13	387	08	08	451	01	1	515	06	06	579	22	INV
324	95	=	388	95	=	452	03	3	516	95	=	580	59	INT
325	42	STD	389	42	STD	453	93	.	517	68	NDP	581	65	x
326	01	01	390	07	07	454	02	2	518	68	NDP	582	43	RCL
327	85	+	391	43	RCL	455	65	x	519	68	NDP	583	26	26
328	43	RCL	392	25	25	456	53	(	520	22	INV	584	95	=
329	14	14	393	94	+/-	457	04	4	521	44	SUM	585	92	RTN
330	65	x	394	65	x	458	65	x	522	32	32	586	76	LBL
331	53	(	395	43	RCL	459	43	RCL	523	43	RCL	587	11	R
332	43	RCL	396	07	07	460	07	07	524	02	02	588	71	SBR
333	15	15	397	38	SIN	461	54	)	525	38	SIN	589	24	CE
334	65	x	398	75	-	462	38	SIN	526	65	x	590	42	STD
335	43	RCL	399	43	RCL	463	75	-	527	43	RCL	591	27	27
336	01	01	400	19	19	464	53	(	528	23	23	592	01	1
337	54	)	401	65	x	465	05	5	529	38	SIN	593	95	=
338	38	SIN	402	43	RCL	466	65	x	530	95	=	594	91	R/S
339	95	=	403	07	07	467	43	RCL	531	22	INV	595	71	SBR
340	42	STD	404	39	CDS	468	07	07	532	38	SIN	596	24	CE
341	01	01	405	85	+	469	54	)	533	85	+	597	42	STD
342	85	+	406	43	RCL	470	39	CDS	534	43	RCL	598	37	37
343	53	(	407	20	20	471	75	-	535	24	24	599	02	2
344	43	RCL	408	65	x	472	53	(	536	95	=	600	35	=
345	16	16	409	53	(	473	05	5	537	68	NDP	601	91	R/S
346	65	x	410	02	2	474	65	x	538	68	NDP	602	42	STD
347	43	RCL	411	65	x	475	43	RCL	539	68	NDP	603	39	39
348	01	01	412	43	RCL	476	07	07	540	68	NDP	604	03	3
349	54	)	413	07	07	477	54	)	541	68	NDP	605	95	=
350	38	SIN	414	54	)	478	38	SIN	542	68	NDP	606	91	R/S
351	55	+	415	38	SIN	479	55	+	543	68	NDP	607	42	STD
352	05	5	416	75	-	480	03	3	544	32	X:T	608	29	29
353	00	0	417	43	RCL	481	85	+	545	43	RCL	609	25	CLR
354	85	+	418	21	21	482	93	.	546	27	27	610	91	R/S
355	43	RCL	419	65	x	483	05	5	547	42	STD	611	76	LBL
356	17	17	420	53	(	484	65	x	548	01	01	612	12	B
357	95	=	421	02	2	485	53	(	549	01	1	613	42	STD
358	55	+	422	65	x	486	06	6	550	32	X:T	614	35	35
359	43	RCL	423	43	RCL	487	65	x	551	71	SBR	615	04	4
360	26	26	424	07	07	488	43	RCL	552	33	X²	616	95	=
361	95	=	425	54	)	489	07	07	553	42	STD	617	91	R/S
362	22	INV	426	39	CDS	490	54	)	554	33	33	618	71	SBR
363	59	INT	427	85	+	491	38	SIN	555	87	IFF	619	24	CE
364	65	x	428	04	4	492	85	+	556	02	02	620	42	STD
365	43	RCL	429	93	.	493	93	.	557	53	(	621	34	34
366	26	26	430	06	6	494	02	2	558	75	-	622	05	=
367	95	=	431	65	x	495	03	3	559	71	SBR	623	86	STF
368	42	STD	432	53	(	496	01	1	560	34	FX	624	02	02
369	02	02	433	03	3	497	95	=	561	71	SBR	625	91	R/S
370	43	RCL	434	65	x	498	55	+	562	25	CLR	626	42	STD
371	06	06	435	43	RCL	499	02	2	563	43	RCL	627	30	30
372	85	+	436	07	07	500	04	4	564	32	32	628	06	6
373	43	RCL	437	54	)	501	00	0	565	71	SBR	629	86	STF
374	07	07	438	38	SIN	502	95	=	566	32	X:T	630	03	03
375	75	-	439	85	+	503	85	+	567	91	R/S	631	91	R/S
376	02	2	440	43	RCL	504	43	RCL	568	81	RST	632	71	SBR
377	08	8	441	22	22	505	26	26	569	76	LBL	633	24	CE
378	04	4	442	65	x	506	65	x	570	32	X:T	634	42	STD
379	08	8	443	53	(	507	53	(	571	85	+	635	33	33
380	09	9	444	03	3	508	43	RCL	572	43	RCL	636	07	7
381	95	=	445	65	x	509	06	06	573	26	26	637	86	STF
382	65	x	446	43	RCL	510	85	+	574	95	=	638	01	01
383	43	RCL	447	07	07	511	93	.	575	55	+	639	91	R/S

## Universal-Astroprogramm mit Rechner HP 41C

Mit diesem Programm lassen sich sehr anwenderfreundlich rechtweisende Peilungen zu Himmelsobjekten (Deviationskontrollen), Standlinien und Schiffsorte mit und ohne Versegelungen ertippen. Die Sonne und 21 Fixsterne sind vorprogrammiert, die übrigen Gestirne können mit den Jahrbuchdaten zur vorangegangenen und nachfolgenden vollen Stunde berechnet werden. Um dieses umfangreiche Programm im HP 41C unterzubringen, ist die Verwendung von zusätzlichen drei Einsteckmodulen notwendig. Flag 28 und 29 sollten gelöscht werden.

Eingabeformat:

Wie beim TI-Programm auf Seite 129, lediglich Datum und Uhrzeit weichen ab.

- Datum: ohne Komma mit Tag, Monat und Jahr, der 12. Mai 1982 also als: „120582“. Das Jahrhundert darf nicht getippt werden.
- Uhrzeit: ohne Komma immer sechsstellig, 12-01-22 wird also als „120122“ eingegeben.

Die Anwendung der Programme:

Nach Start des Programms fragt der Rechner mit Worten in der Anzeige nach der richtigen Eingabe. Wenn diese erfolgt ist, rechnet der Rechner automatisch weiter, ohne daß eine spezielle Programmtaste gedrückt wird. Wenn dem Benutzer die Zeit bis zum selbständigen Weiterlauf von einer Sekunde zu kurz erscheint, kann er den Rechner beliebig lange anhalten, indem er die letzte Taste gedrückt hält. Auch Korrekturen lassen sich so durchführen. Ausnahmsweise fordert das Programm nicht zu einer Eingabe, sondern auch zu einem Tastendruck – meist E – auf. Man halte sich genau an die Fragen des Rechners.

Es bedeuten:

D.LAT?	Bestimmungsortbreite?
D.LON?	Bestimmungsortlänge?
ASS.LAT?	gegißte Breite?
ASS.LON?	gegißte Länge?
DATE?	Datum?
H. OF EYE?	Augeshöhe in Meter?
BODY?	Nummer des Gestirns? – siehe Gestirnsverzeichnis
GMT?	Mittlere Greenwichzeit
HO? O. E	gemessener Sextantwinkel? oder – wenn Höhe erst berechnet werden soll – Taste <input type="button" value="E"/> drücken
SM? O. E	versegelte Seemeilen? oder – wenn nur eine Standlinie berechnet werden soll – Taste <input type="button" value="E"/> drücken
COURSE?	versegelter Kurs?
1. GHA?	Greenwichwinkel zur vorangegangenen vollen Stunde (siehe N. J.)? – Nur bei nicht vorprogrammierten Gestirnen. Eingabeformat wie bei Koordinaten!
2. GHA?	Greenwichwinkel zur nachfolgenden vollen Stunde?
1. DECL?	Deklination zur vorangegangenen vollen Stunde?
DECL?	Deklination zur nachfolgenden vollen Stunde?
HP?	Horizontalparallaxe? – nur beim Mond

Gestirnsverzeichnis: 1 = Sonnenunterrand; 2 = Sonnenoberrand; 3 = Planet; 4 = Mondunterrand; 5 = Mondoberrand; 6 = Rigel; 7 = Achernar; 8 = Capella; 9 = Beteigeuze; 10 = Sirius; 11 = Procyon; 12 = Canopus; 13 = Regulus; 14 = Wega; 15 = Atair; 16 = Spica; 17 = Arcturus; 18 =  $\alpha$ -Centauri; 19 =  $\alpha$ -Gruis; 20 = Pollux; 21 = Bellatrix; 22 =  $\gamma$ -Geminorum; 23 =  $\epsilon$ -Canis majoris; 24 = Denebola; 25 = Aldebaran; 26 =  $\beta$ -Centauri.

Werden mehrere Werte berechnet (Beispiel: Breite und Länge), so können diese nach Erscheinen des ersten mit der Taste  abgerufen werden.

1. Vorausberechnung von Sextantwinkel und rechtweisender Peilung zum Gestirn:

Programmstart mit

Erscheint „HO? O. E“, muß  gedrückt werden, weil die beobachtete Höhe ja noch nicht bekannt ist.

2. Berechnung einer Gestirnsstandlinie:

Programmstart mit

Fragt der Rechner „SM? O. E“, muß  gedrückt werden, weil ja bei der Berechnung *einer* Standlinie keine versiegelte Strecke möglich ist. Als Ergebnis gibt der Rechner die Breite und nach  die Länge eines Ortes auf der Standlinie sowie nach weiterem Drücken dieser Taste die Richtung der Standlinie an. Aus Sicherheitsgründen werden Winkel unter  $16^\circ$  nicht verarbeitet.

3. Berechnung des Schiffsortes aus zwei Gestirnmessungen:

Zunächst wird die erste Messung wie oben zu einer Standlinie verarbeitet und anschließend mit  gestartet. Hat sich zwischenzeitlich das Datum geändert, benutze man , und wenn es sich um ein anderes Gestirn handelt, die Taste gelb .

4. Berechnung von Kurs und Entfernung zum Ziel:

Programmstart mit

Die Eingabe des Zielortes erfolgt mit gelb

Nach Schiffsortberechnung kommt der Benutzer mit  automatisch in das Entfernungsprogramm.

5. Datenrückrufprogramm:

Programmstart mit gelb

Nach den meisten anderen Programmen kommt man automatisch mit  in das Rückrufprogramm.

6. Dämmerungsberechnung:

Programmstart mit  (abends) oder mit  (morgens)

Es werden zunächst die Dämmerungszeit und dann der Reihe nach die für eine Messung in Frage kommenden Fixsterne nach Nummer, Peilung und Höhe angezeigt. „12,30844“ bedeutet, daß der Stern 12 in einer Richtung von 308° und in einer Höhe von ungefähr 44° zu sehen ist.

Bei Anschluß eines Druckers muß dieser während des Programmablaufs auch eingeschaltet sein.

### Gestirnsprogramm für den Taschenrechner HP 41 C

```

PRFLAGE      R21= -8225,768342      18*LBL "AS"      Y=Y? SF 06 *BODY*"
              R22= -57325,98655      *ASS.LAT?" XEQ 42      ARCL 16 RVIEW FIX 1
              R23= 45975,75923      XEQ 01 STO 10      FS? 05 GTO 15 FS? 06
SIZE= 042    R24= 7483,732991      *ASS.LON?" XEQ 42      GTO 49 GTO 16
Σ= 11        R25= -16690,69913      XEQ 01 STO 11
DEG          R26= 5275,662683
FIX 9        R27= -52685,71315
              27*LBL B
              *DATE?" XEQ 42 STO 14
              *H. OF EYE?" XEQ 42
              STO 19
              34*LBL C
              *BODY?" XEQ 42 STO 05
              STO 16
              39*LBL C
              *CMT?" XEQ 42 CF 03
              1 E4 / HR 24 /
              STO 13 *HO? 0. E"
              XEQ 42 XEQ 01 STO 15
              16 XYY? GTO 99 SF 01
              *SM? 0. E" XEQ 42
              SF 02 60 / STO 20
              X=0? GTO E *COURSE?"
              XEQ 42
              67*LBL E
              FIX 0 CF 04 STO 04
              FS? 02 XEQ 04 CF 05
              CF 06 CF 07 1 STO 07
              RCL 05 RCL 16 5 XYY?
              SF 05 RDN 3 X=Y?
              SF 10 RDN 4 X=Y?
              SF 09 RDN 2 Y=Y?
              SF 07 RDN 3 / INT 1
              111*LBL 49
              *CHA?" ASTO 00 SF 04
              XEQ 50 STO 07 *DECL?"
              ASTO 00 XEQ 50 SF 05
              FS?C 10 GTO 53 CF 05
              SF 08
              125*LBL 53
              RDN RCL 07 X<>Y
              129*LBL 17
              X<>Y RCL 11 - CHS
              X<>Y 1 RCL 10 RDN
              XEQ 06 RDN STO 09
              X<>Y 360 MOD STO 00
              X<>Y XEQ 90 FS?C 01
              GTO 80 FS? 04 RTN
              XEQ 02 FIX 0
              *HEIGHT* * ARCL X
              PROMPT *AZIM* ARCL 00
              PROMPT GTO a
              160*LBL 01
              HMS 1 E2 / HR RTN
              166*LBL 02
              HMS 1 E2 * HR RTN
              172*LBL 18
              RCL 14 1 E4 / INT
STATUS
SIZE= 042
Σ= 11
DEG
FIX 9
USER KEYS:
  11 "AS"
 14 "U"
PRREG
R00= 502,0088938
R01= 0,228610541
R02= -7,677813167
R03= 124,8459566
R04= 12,000000000
R05= 1,000000000
R06= 318,2378303
R07= -16690,69913
R08= 279,8017172
R09= 35,38943244
R10= 0,016666667
R11= 0,016666667
R12= 318,24535355
R13= 0,625000000
R14= 1,000000000
R15= 57,950000000
R16= 1,000000000
R17= -9,833333333
R18= 139,0000000
R19= 1,000000000
R20= 51,36412549
              01*LBL 42
              CF 22 RVIEW
              04*LBL 43
              PSE FC? 22 GTO 43 RTN
              09*LBL "U"
              *D.LAT?" XEQ 42 XEQ 01
              STO 17 *D.LON?" XEQ 42
              XEQ 01 STO 18
LIST 999

```

```

STO 01 LASTX - CHS
1 E2 * INT STO 00
LASTX - CHS 1 E2 *
1900 + STO 07 365 *
46 - RCL 01 + 31
RCL 00 * + RCL 00 3
X<Y? GTO 05 RDN ,4 *
2.3 + INT - RCL 07
4 / INT + STO 01
RTN

221*LBL 05
RDN RDN RCL 07 1 -
4 / INT + STO 01
RTN

233*LBL 06
P-R X<Y RDN P-R R†
R-P X<Y R† + X<Y
P-R X<Y RDN R-P R†
X<Y R-P RTN

252*LBL 16
XEQ 18 722449 -
RCL 13 + STO 00
,98564734 * 279.306 +
STO 07 -104.55 RCL 07
SIN * 429.266 RCL 07
COS * - RCL 07 2 *
STO 01 SIN 595.63 *
+ RCL 01 COS 2.283 *
- RCL 07 3 * STO 01
SIN 4,6 * + RCL 01
COS 18.7333 * +
RCL 07 4 * SIN 13.2
* - RCL 07 5 *
STO 01 COS - RCL 01
SIN 3 / - RCL 07 6
* STO 01 SIN ,5 * +
.231 + 240 / 360
RCL 13 ,5 * + * + 360
MOD RCL 00 368.5637 -
STO 00 ,98560912 *
STO 07 SIN ,016718 *
RCL 07 + 2 / TAN
1,0337 * ATAN 2 *
182.585 + 382 E-7
RCL 00 * + 360 MOD
180 + SIN 23,4412
SIN * ASIN FS? 04
RTN GTO 17

375*LBL 90
1/X CHS ,276 +
FS?C 05 XEQ 04 FS? 07
XEQ 07 FS?C 08 XEQ 54
RCL 19 SQRT ,03 * -
CHS RCL 09 16 X<Y
X<Y? RTN X<Y RDN +
RTN
401*LBL 04
,2692 - RTN
405*LBL 07
,533 - RTN
409*LBL 81
X<Y 180 + X<Y RTN
415*LBL D
CF 00 17 STO 00 18
STO 01 XEQ 08 GTO 83
423*LBL J
2 STO 00 3 STO 01
SF 00
429*LBL 08
RCL 10 RCL 11
RCL IND 01 -
RCL IND 00 1 XEQ 06
RDN 90 - CHS 60 *
"DIST*" ARCL X "† SM"
PROMPT FS?C 00 XEQ 81
RDN 360 MOD "COURSE*"
ARCL X PROMPT RTN
456*LBL 08
RCL 15 - X>0? XEQ 81
ABS
462*LBL 85
CHS 90 + 1 RCL 10
RDN XEQ 06 RDN STO 10
RDN CHS ST+ 11 90
RCL 00 + STO 12
FS? 02 GTO 09 FS? 03
XEQ 86
483*LBL a
RCL 10 XEQ 02 "LAT*"
ARCL X PROMPT RCL 11
XEQ 02 "LON*" ARCL X
PROMPT FS?C 03 GTO D
496*LBL 83
RCL 12 360 MOD FIX 0
"LOP*" ARCL X PROMPT
RCL 15 XEQ 02 "HO*"
ARCL X PROMPT RCL 13
510*LBL 98
24 * HMS 1 E4 *
"GMT*" ARCL X FS? 04
RTN PROMPT RCL 14
"DATE*" ARCL X PROMPT
FIX 1 GTO a
527*LBL 84
RCL 12 STO 06 RCL 04
RCL 20 GTO 85
533*LBL 89
RCL 10 STO 20 RCL 11
STO 04 CF 02 SF 03
RTN
541*LBL 86
RCL 04 RCL 11 -
RCL 10 RCL 20 + 2 /
COS STO 07 * CHS
RCL 20 RCL 10 - R-P
X<Y RCL 06 - SIN *
RCL 06 RCL 12 - SIN
/ STO 08 RCL 12 COS
* CHS ST+ 10 RCL 08
RCL 12 SIN * RCL 07
/ ST+ 11 GTO a
582*LBL 15
XEQ 18 693960 - 1461
/ STO 01 INT ,0387572
* RCL 01 FRC
1440,02509 * +
99,20189733 + RCL 13
360,985644 * + FS? 04
RTN
605*LBL 00
RCL 16 15 + 42 X=Y?
BEEP RDN RCL IND X
STO 07 FRC 1 E3 *
ABS 2,7 / X<Y RDN
+ 360 MOD RCL 07 INT
1 E3 / GTO 17
631*LBL 52
360 + RTN
635*LBL 51
X<Y? XEQ 52 RTN
639*LBL 50
CLP "1." ARCL 00
XEQ 42 XEQ 01 ENTER†
CLA "2." ARCL 00
XEQ 42 XEQ 01 FS?C 04
XEQ 51 - CHS RCL 13
24 * FRC * + RTN
662*LBL 54
,2667 - "HP?" XEQ 42
XEQ 01 STO 00 RCL 09
COS * + RCL 00 ,272
* - FS?C 09 XEQ 55
RTN
680*LBL 55
LASTX 2 * + RTN
686*LBL F
"EVENING" AVIEW 6
STO 04 XEQ 09 +
GTO 10
694*LBL 09
SF 04 0 STO 13 XEQ 16
STO 00 SIN RCL 10 SIN
* CHS RCL 04 CHS SIN
+ RCL 00 CHS COS
RCL 10 COS * / ACOS
X<Y CHS RTN
720*LBL G
"MORNING" AVIEW 12
STO 04 XEQ 09 - CHS
728*LBL 10
RCL 11 + 360 MOD
LASTX / STO 13 FIX 0
XEQ 98 AVIEW XEQ 15
STO 00 5 STO 16
743*LBL 44
1 ST+ 16 RCL 00
XEQ 00 17 X<Y?
XEQ 11 GTO 44
752*LBL 11
TONE 1 RCL 16 RDN RDN
1 E5 / X<Y INT 1 E3
/ + + FIX 5 "STAR*"
ARCL X AVIEW RTN END

```

# 9 Tastenbezeichnungen verschiedener Rechner

## Funktion

## Tastenbezeichnungen

Vorzeichenwechsel

$\boxed{\text{CHS}}$   $\boxed{+/-}$

Umkehrfunktion von Sinus

$\boxed{\text{SIN}^{-1}}$   $\boxed{\text{COS}^{-1}}$   $\boxed{\text{TAN}^{-1}}$

Consinus, Tangens

$\boxed{\text{INV}}$   $\boxed{\text{SIN}}$   $\boxed{\text{INV}}$   $\boxed{\text{COS}}$   $\boxed{\text{INV}}$   $\boxed{\text{TAN}}$

$\boxed{\text{ARCSIN}}$   $\boxed{\text{ARCCOS}}$   $\boxed{\text{ARCTAN}}$

Verwandlung von Grad in  
Dezimalgrad

$\boxed{\text{H}\leftarrow}$   $\boxed{\rightarrow\text{H}}$   $\boxed{\text{D.MS}}$   $\boxed{\text{H.MS}}$

Verwandlung von Dezimal-  
grad in Grad, Minuten und  
Sekunden

$\boxed{\rightarrow\text{H.MS}}$   $\boxed{\text{INV}}$   $\boxed{\text{D.MS}}$   $\boxed{\text{INV}}$   
 $\boxed{\text{H.MS}}$

Verwandlung in rechtwink-  
lige Koordinaten

$\boxed{\text{R}\leftarrow}$   $\boxed{\rightarrow\text{R}}$   $\boxed{\text{P}\rightarrow\text{R}}$

## Funktion

Umwandlung in polare  
Koordination

Abspaltung und Anzeige  
des Vorkommaanteils einer  
Zahl

Abspaltung und Anzeige  
des Nachkommaanteils ei-  
ner Zahl

Aufruf eines Unterpro-  
gramms

Ende eines Unterpro-  
gramms

## Tastenbezeichnungen

$\rightarrow P$   $P \leftarrow$  INV  $P \rightarrow R$

INT

FRAC INV INT

GSB SBR

RTN INV SBR



Die **KLEINE YACHT-BÜCHEREI** ist die preiswerte Bibliothek für eingehendes Fachwissen auf vielerlei Spezialgebieten. Diese Bände (Preise vom 1. 1. 81) sind lieferbar:

- |  |          |  |          |
|--|----------|--|----------|
| <b>1 Das kleine Sternbuch</b><br>von W. Stein  | DM 15,80 | <b>44 Mann über Bord – was tun?</b><br>von J. Schult                                 | DM 14,80 |
| <b>4 Navigation leicht gemacht</b><br>von W. Stein                                     | DM 16,80 | <b>47 Außenborder</b><br>von H. Donat  | DM 12,80 |
| <b>8 Wetterkunde</b><br>von W. Stein   | DM 13,80 | <b>48 Segeln mit dem 7. Sinn II</b><br>von J. Schult                                 | DM 14,80 |
| <b>9 Knoten, Spleißen, Takeln</b><br>von E. Sondheim                                   | DM 14,80 | <b>49 Die neue Seestraßenordnung für den Sportschiffer</b><br>von A. Bark            | DM 13,80 |
| <b>10 Funknavigation auf kleinen Schiffen</b> von A. Stahnke                           | DM 14,80 | <b>50 Spinnakersegeln</b><br>von B. Aarre  | DM 10,80 |
| <b>12 Schneller als der Wind</b> (Eissegeln)<br>von M. J. Tidick                       | DM 12,80 | <b>52 Kleine Boote selbst gebaut</b><br>von H. Donat                                 | DM 14,80 |
| <b>13 8 x Wassersport</b> (Wörterbuch)<br>von B. Webb                                  | DM 12,80 | <b>55 Bootsmotoren – Diesel u. Benzin</b><br>von H. Donat                            | DM 15,80 |
| <b>16 Elektrizität auf Yachten</b><br>von U. Mohr                                      | DM 12,80 | <b>57 Die neue Seeschiffahrtstraßen-Ordnung für den Sportschiffer</b><br>von A. Bark | DM 13,80 |
| <b>20 Ich kaufe ein Segelboot</b><br>von K. Freund                                     | DM 13,80 | <b>59 Segler-Lexikon</b> (Doppelband)<br>von J. Schult                               | DM 29,80 |
| <b>21 Astronomische Navigation</b><br>von W. Stein                                     | DM 16,80 | <b>60 Hafenmanöver</b><br>von B. Schenk  | DM 15,80 |
| <b>22 Sicherheit auf See</b><br>von U. Mohr  | DM 13,80 | <b>62 Radar auf Yachten</b><br>von H.-G. Strepp                                      | DM 14,80 |
| <b>25 Beaufort 10 – was tun?</b><br>von F. Robb  | DM 12,80 | <b>63 Bordinstrumente auf Motor-yachten</b> von J. F. Muhs                           | DM 15,80 |
| <b>27 Medizin an Bord</b><br>von Dr. K. Bandtlow                                       | DM 14,80 | <b>64 Taschenrechner in der Navigation</b><br>von B. Schenk                          | DM 15,80 |
| <b>28 Kleines Signalbuch</b><br>von E. O. Braasch                                      | DM 10,80 | <b>65 Alles über Seenotsignalmittel</b><br>v. Edel/Oswald/Schöttmer                  | DM 13,80 |
| <b>29 Allgemeines Sprechfunkzeugnis für den Seefunkdienst</b><br>v. Overschmidt/Johann | DM 15,80 | <b>66 UKW-Sprechfunkzeugnis</b><br>von G. Hommer                                     | DM 15,80 |
| <b>32 Bootspflege selbst gemacht</b><br>von J. Schult                                  | DM 14,80 | <b>67 Kompaß-ABC</b><br>von A. Heine   | DM 16,80 |
| <b>33 Bootsreparaturen selbst gemacht</b><br>von J. Schult                             | DM 10,80 | <b>68 Wie baue ich meine Yacht?</b><br>von K. Reinke                                 | DM 16,80 |
| <b>34 Praktisches Navigieren nach Gestirnen</b> von M. Blewitt                         | DM 10,80 |  |          |
| <b>38 Kleine Bootskunde für Jollen-käufer</b> von J. Schult                            | DM 14,80 |  |          |
| <b>39 So arbeitet das Segel</b><br>von J. Schult                                       | DM 15,80 |  |          |
| <b>40 Segeltechnik leicht gemacht</b><br>von J. Schult                                 | DM 15,80 |  |          |
| <b>41 Richtig ankern</b><br>von J. Schult  | DM 15,80 |  |          |
| <b>42 Segeln mit dem 7. Sinn I</b><br>von J. Schult                                    | DM 14,80 |  |          |

Die Bibliothek wird laufend erweitert. Fragen Sie bitte Ihren Buchhändler und beachten Sie unsere Ankündigungen.

 **Verlag Klasing + Co**  
Bielefeld





**Was muß ein Taschenrechner leisten, wenn er für die Navigation geeignet sein soll? Welche zusätzlichen Leistungen sind dafür wünschenswert? Zwei wichtige Fragen, die dieses Buch beantwortet. Dazu informiert es eingehend über programmierbare Rechner und über die Programmiertechnik. Für die Praxis enthält es Navigationsformeln und Tastenfolgen sowie ein fertiges Astroprogramm zur Berechnung von Sonnenstandlinien und Schiffsorten. Insgesamt bietet der bekannte Autor nützliche Hilfen für den Kauf eines Rechners ebenso wie für seinen Gebrauch an Bord.**