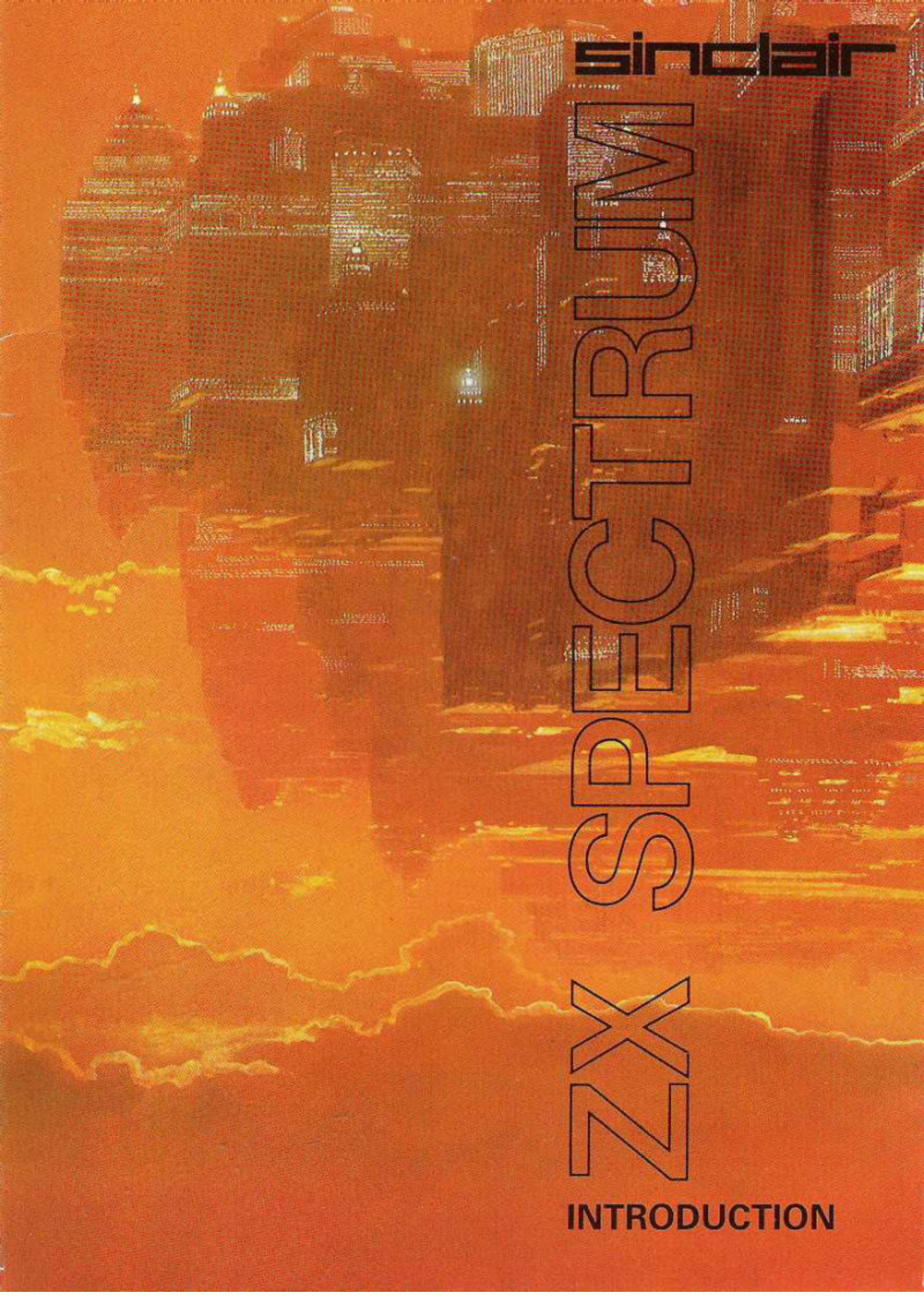

sinclair
SPECTRUM
ZX
INTRODUCTION

sinclair

ZX SPECTRUM

EINFÜHRUNG

Eine Einführung

von Steven Vickers
und Robin Bradbeer

Titel der englischen Originalausgabe
SINCLAIR ZX SPECTRUM INTRODUCTION

2. Auflage 1983
© der Originalausgabe by Sinclair Research Ltd., Cambridge
© der deutschsprachigen Ausgabe by Cooperation GmbH, München 1983

Übersetzung: T. Westermayr
Umschlagmotiv: John Harris of Young Artists
Gesamtherstellung: Agentur Cooperation, München

ISBN 3-88945-010-5

Printed in Germany

Inhalt

KAPITEL 1 **Der Computer und wie man ihn aufbaut** *Seite 5*

KAPITEL 2 **Die Tastatur** *Seite 8*

KAPITEL 3 **Zahlen und Buchstaben, der Computer als Rechner** *Seite 11*

KAPITEL 4 **Ein paar einfache Befehle** *Seite 14*

KAPITEL 5 **Einfaches Programmieren** *Seite 17*

KAPITEL 6 **Die Verwendung des Kassettenrecorders** *Seite 21*

KAPITEL 7 **Farben** *Seite 25*

KAPITEL 8 **Ton** *Seite 27*

KAPITEL 9 **Wie der Computer innen aussieht** *Seite 29*

1. Der Computer und wie man ihn aufbaut

Dieses kleine Heft ist vor allem für zwei Personengruppen gedacht:
1. Für Menschen, die über Computer nichts oder fast nichts wissen, und
2. für Leute, die mit Computersystemen zwar vertraut sind, Anleitungen aber lieber erst durchlesen, bevor sie das Gerät anschließen.

Daneben gibt es noch einen zweiten, umfangreicheren Band, das BASIC-Programmier-Handbuch (künftig kurz 'Handbuch' genannt). Der Computerneuling sollte nach ihm erst dann greifen, wenn er dieses Heft gelesen und seinen Inhalt verstanden hat.

Beim Auspacken des Spectrum haben Sie Folgendes vorgefunden:

1. Diese Anleitung und das Handbuch.

2. Den Computer. An der Rückseite befinden sich drei Klinkenbuchsen (bezeichnet mit 9V DC IN, EAR und MIC), eine TV-Buchse und eine Anschlußstelle, wo Sie Zusatzgeräte anstecken können. Schalter gibt es keine – Sie schließen einfach den Strom an, schon ist der Computer betriebsbereit.

3. Ein Netzteil mit Anschlußstecker. Damit wird der Strom aus der Steckdose so umgeformt, daß der ZX Spectrum ihn verwenden kann. Wenn Sie einen eigenen Adapter verwenden wollen, muß er 9 Volt Gleichstrom bei 1,4 Ampére ungeregelt liefern.

4. Ein Antennenkabel, ca. 2 Meter lang, zum Anschluß des Computers an ein Fernsehgerät.

5. Ein Doppelkabel, ca. 75 cm lang, mit Klinkensteckern 3,5 mm an beiden Enden. Damit kann an den Computer ein Kassettenrecorder angeschlossen werden.

Außerdem brauchen Sie einen Fernsehapparat. Der ZX Spectrum arbeitet zwar auch ohne ihn, aber Sie können dann nicht verfolgen, was er macht! Das Gerät muß ein UHF-Teil haben, also das Zweite Programm empfangen können. Wie der Name schon verrät (Spektrum!), liefert der ZX Spectrum ein Farbsignal, das ein Farbbild liefert. Falls Sie nur ein Schwarzweiß-Gerät besitzen, erscheinen die Farben in schwarz, weiß und sechs verschiedenen Grautönen, aber davon abgesehen können Sie mit einem Schwarzweiß-Fernseher genauso gut arbeiten wie mit einem Farbgerät.

Die Einzelteile des Systems müssen nun auf folgende Weise miteinander verbunden werden:

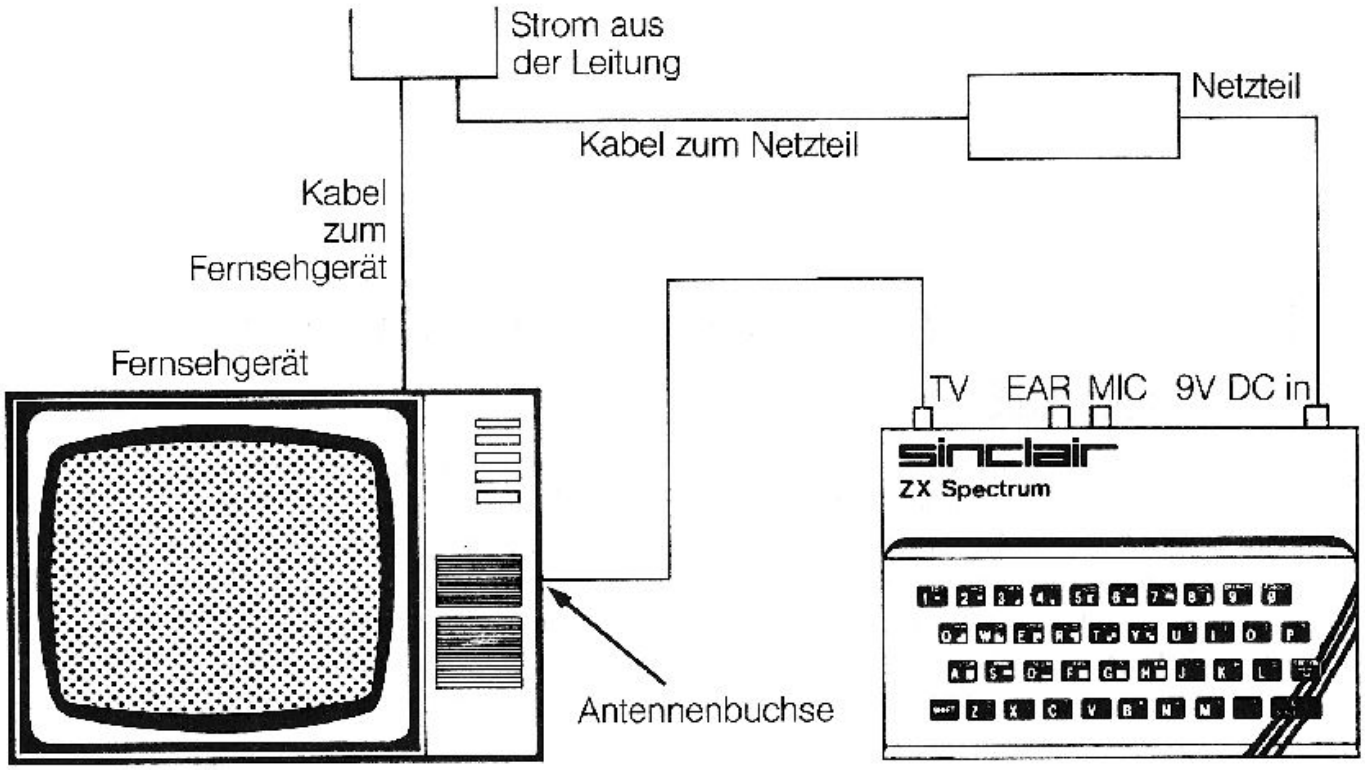


Abbildung 1

Sollte Ihr Fernsehapparat noch zwei getrennte Antennenbuchsen für VHF und UHF haben, so verwenden Sie UHF.

Schließen Sie das Fernsehgerät an die Steckdose an und schalten Sie es ein. Sie müssen den Apparat nun einstellen. Der ZX Spectrum liefert, sobald er in Betrieb genommen und richtig eingeregelt ist, folgendes Bild:

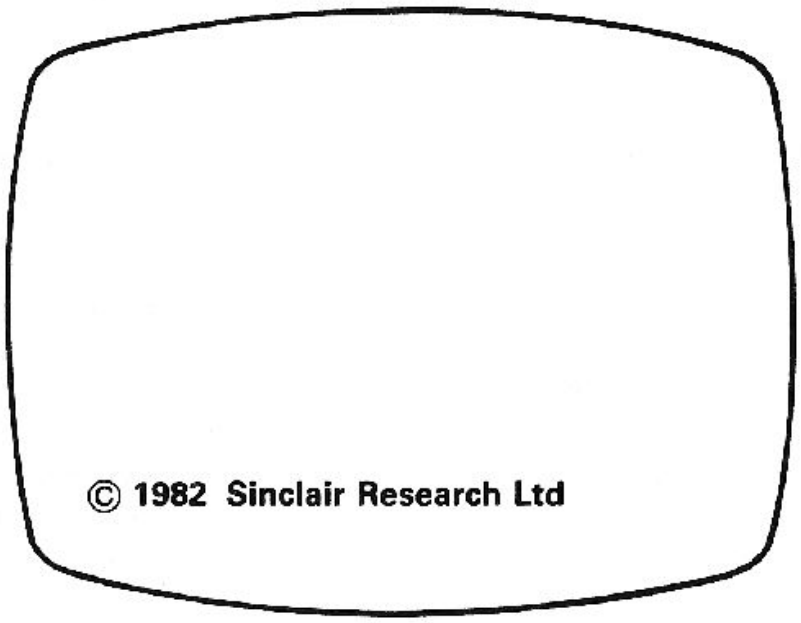


Abbildung 2

Wenn Sie den Computer benutzen, drehen Sie den Ton des Fernsehgeräts am besten ganz weg.

Hat Ihr TV-Gerät Stationstasten, so verwenden Sie einen nicht besetzten Kanal und stellen das Bild so ein, daß die Schrift am unteren Bildrand gut zu lesen ist. Falls Ihr Fernseher einen elektronischen Sendersuchlauf hat, nimmt dieser Ihnen die Arbeit ab.

Für den Gebrauch in Ländern, die ein anderes Fernsehsystem haben (USA, Frankreich), gibt es eigene Modelle des ZX Spectrum. In Deutschland wie in England wird ein UHF-System mit 625 Bildzeilen und 50 Einzelbildern pro Sekunde verwendet. Darauf ist Ihr ZX Spectrum eingestellt.

Wenn Sie den Computer abschalten, gehen alle gespeicherten Informationen verloren. Um sie für später aufzubewahren, müssen Sie sie auf einer Tonbandkassette aufgezeichnet werden. Sie können auch Tonkassetten kaufen, die andere Leute präpariert haben, und so deren Programme benutzen. Das Kabel mit je zwei Klinkensteckern dient dazu, einen Kassettenrecorder an den ZX Spectrum anzuschließen. Dazu mehr in Kapitel 8.

Sie haben den Computer aufgebaut, nun wollen Sie auch damit umgehen. Wie man das macht, erfahren Sie in diesem Heft, aber in Ihrer Ungeduld werden Sie wohl schon auf ein paar Tasten gedrückt haben und dahintergekommen sein, daß dann die Copyright-Mitteilung verschwindet. Keine Sorge: **Auf diese Weise können Sie den Computer nicht beschädigen.** Nur Mut. Experimentieren Sie. Wenn Sie hängenbleiben, denken Sie immer daran, daß Sie den Computer jederzeit wieder zum ersten Bild mit der Copyright-Mitteilung zurückstellen können. Sie müssen nur den '9V DC IN'-Stecker herausziehen und wieder hineinschieben. Das sollte allerdings die letzte Zuflucht sein, weil Sie dann alles verlieren, was Sie dem Computer eingegeben haben.

Achtung: Verwenden Sie nicht den 16K-RAM-Speicher des ZX 81 am ZX Spectrum. Er funktioniert da nicht, und Sie brauchen ihn auch nicht, weil im Spectrum bereits ein 16K-RAM-Speicher oder – in der großen Ausführung – sogar ein 48K-RAM-Speicher eingebaut ist.

2. Die Tastatur

Die Tastatur des Spectrum sieht ähnlich aus wie bei einer normalen Schreibmaschine. Die Tasten für Buchstaben und Zahlen sind am selben Platz (Ausnahmen: z und y, die vertauscht sind). Jede Taste hat aber mehrere Funktionen. Bei normalen Schreibmaschinen werden die Buchstaben kleingeschrieben, in Verbindung mit der Umschalttaste als Großbuchstaben (englisch: capitals, daher das C). Beim Spectrum ist es genauso.

Damit Sie erkennen können, in welchem Modus (Betriebsart) die Tastatur sich befindet, erscheint auf dem Bildschirm ein Buchstabe in Negativschrift (weiß auf schwarz) und zeigt die Position des nächsten Zeichens an, das beim Drücken einer Taste auftauchen wird. Der Buchstabe blinkt, damit man ihn von allen anderen Zeichen unterscheiden kann, die vielleicht schon auf dem Bildschirm stehen. Man nennt ihn Cursor (deutsch: Schreibmarke. Dieses umständliche und unschöne Wort wollen wir aber nicht verwenden, sondern bei Cursor bleiben, gesprochen 'Körser').

Sobald der Spectrum in Betrieb genommen wird, zeigt er auf dem Bildschirm eine Copyright-Mitteilung. Wird irgendeine Taste gedrückt, erscheint das Wort, das auf dieser Taste unter dem Buchstaben steht. Man nennt es Schlüssel- oder auch Kennwort. Der Grund dafür: Der Computer erwartet von Ihnen einen Befehl, der ihm mitteilt, was er tun soll. Alle Befehle *müssen* mit einem Schlüsselwort beginnen. Im Gegensatz zu den meisten anderen Computern nimmt der Spectrum Schlüsselwörter nur mit einem einzigen Tastendruck an.

Beispiel: Wird unmittelbar nach dem Einschalten die Taste **P** gedrückt, erscheint auf dem Bildschirm das Schlüsselwort **PRINT**. Auf der Taste **P** ist auch das Symbol **"** zu sehen. Um dieses zu erreichen, müssen Sie zwei Zeichen gleichzeitig drücken; halten Sie die Taste **SYMBOL SHIFT** (auf der Tastatur unten rechts) nieder und drücken Sie dabei die Taste **P**.

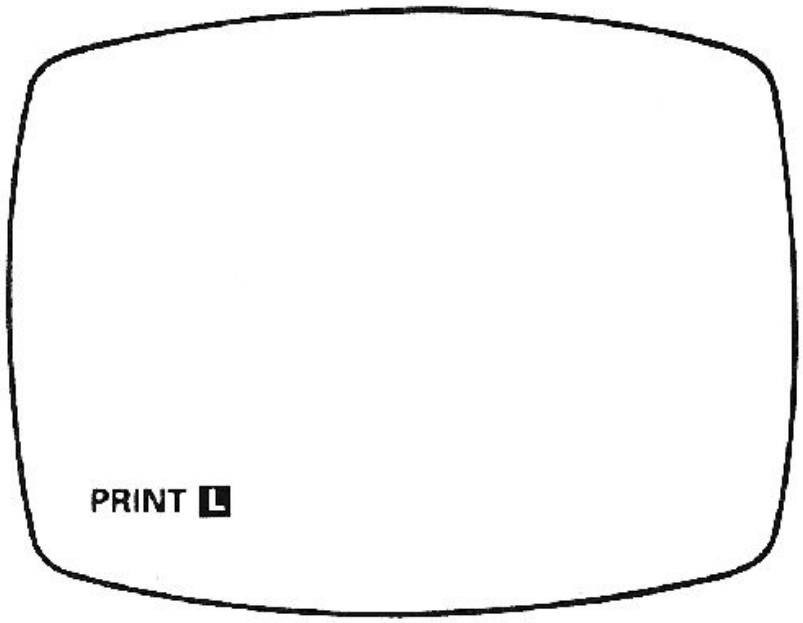


Abbildung 3

Der Cursor verwandelt sich in ein **L**, da der Computer nun einen Buchstaben (englisch: letter) erwartet. Tippen Sie die Buchstaben **"Hallo"** ein. Falls auf dem Bildschirm schon irgendein Text steht, schalten Sie vor Eingabe des **PRINT**-Befehls den

Computer ab (ziehen also den 9 V-Stecker heraus) und fangen neu an. Verwenden Sie die Taste **CAPS SHIFT** (Umschaltung auf Großbuchstaben), um das große **H** zu erreichen. Im Allgemeinen erreichen Sie alles weiß Geschriebene *über* den Tasten mit **CAPS SHIFT** ebenso wie die Großbuchstaben in Weiß, alles rot Geschriebene *auf* den Tasten mit dagegen **SYMBOL SHIFT.**

Ein Befehl, der mit **PRINT** beginnt, weist den Computer an, die Buchstaben innerhalb der doppelten Anführungsstriche auf dem Bildschirm anzuzeigen. Damit der Computer den Befehl ausführen kann, muß die Taste **ENTER** gedrückt werden. Sobald das geschehen ist, steht oben auf dem Bildschirm das Wort

Hallo

und in der unteren Bildzeile erscheinen einige andere Zeichen. (Übrigens zeigt ein blinkendes Fragezeichen an, daß irgendwo ein Fehler unterlaufen ist. In einem solchen Fall fangen Sie von vorne an und wiederholen die ganze Übung.) Die Zeichen unten am Bildschirm sind lediglich die Rückmeldung des Computers, daß alles "OK" gelaufen (also in Ordnung) ist. Die Meldung ist dann wichtig, wenn Programme gefahren werden; im Augenblick brauchen wir sie nicht zu beachten.

Noch etwas: Der Buchstabe O und die Ziffer Ø werden durch verschiedene Zeichen wiedergegeben. Die Ziffer Ø hat *immer* einen Schrägstrich. Der Computer faßt den Buchstaben O *stets* als Buchstaben auf. Drücken Sie also nicht die falsche Taste. Ebenso unterscheiden sich die Ziffer 1 und der Großbuchstabe I. Im Gegensatz zu manchen Schreibmaschinen dürfen sie hier nicht vertauscht werden.

Wegen der Wichtigkeit des Modus, in dem sich die Tastatur befindet, wollen wir die Vorgänge noch einmal zusammenfassen.

Das blinkende Zeichen **L** heißt Cursor. Es zeigt an, wo auf dem Bildschirm der Computer das, was Sie als nächstes eingeben, anzeigen wird. Es ist nicht immer ein **L**; wenn Sie den Computer ab- und wieder einschalten und dann **ENTER** drücken, verwandelt die Copyright-Mitteilung sich in einen **K**-Cursor. Der Buchstabe, den der Cursor verwendet, zeigt Ihnen an, wie der Computer das, was Sie als nächstes eintippen, auffassen wird. Zu Beginn einer Zeile ist er ein blinkendes **K** für ‚keyword', also für das Schlüsselwort. (Copyright-Mitteilung und Meldungen gelten ebenfalls als blinkendes **K**.) Ein Schlüsselwort ist eines der Spezialwörter des Computers; es kommt zu Beginn eines Befehls vor, um dem Computer einen Hinweis darauf zu geben, was der Befehl ihm auftragen wird. Da der Computer am Anfang einer Zeile ein Schlüsselwort erwartet, faßt er, wenn Sie etwa die Taste **P** drücken, das eben nicht als **P** auf, sondern als **PRINT**; um Sie darauf aufmerksam zu machen, daß er das tun wird, erscheint der Cursor als **K**. Sobald der Computer das erste Schlüsselwort erhalten hat, erwartet er kein zweites. Was Sie anschließend eingeben, wird als Buchstaben aufgefaßt. Um das zu zeigen, verwandelt der Computer den Cursor in ein **L** – für letter, also Buchstabe.

Dieser jeweils unterschiedliche Zustand wird in der Regel *Modus* (Betriebsart) genannt – wir sprechen vom K-Modus ('keyword' gleich Schlüsselwort) und vom L-Modus ('letter' gleich Buchstabe).

Wollen Sie viele Großbuchstaben schreiben, ohne dauernd **CAPS SHIFT** niederdrücken zu müssen, können Sie alle Buchstaben groß anzeigen lassen, wenn Sie zuerst **CAPS LOCK** (**CAPS SHIFT** zusammen mit **2**) drücken. Als Hinweis darauf, daß

das geschieht, tritt an die Stelle des **L**-Cursors ein blinkendes **C** (für ‚capitals'). Wollen Sie wieder Kleinbuchstaben und den **L**-Cursor haben, müssen Sie **CAPS LOCK** ein zweitesmal drücken.

(Falls Sie **CAPS LOCK** im K-Modus drücken, wird Ihnen zunächst keine Veränderung auffallen. Die Wirkung sehen Sie nach der Eingabe des Schlüsselworts. Der Computer ist dann nämlich nicht im K-Modus, sondern im C-Modus).

Neben Schlüsselwörtern, Buchstaben, Zahlen und verschiedenen wissenschaftlichen und Programmierausdrücken verfügt die Tastatur über acht Grafikzeichen. Sie stehen auf den Zahlentasten **1** bis **8** und können wie die Buchstaben und Zahlen auf dem Bildschirm angezeigt werden. Dazu muß die Tastatur in den *Grafikmodus* versetzt werden. Das geschieht durch Drücken von **CAPS SHIFT** zusammen mit der Taste **9**. Beachten Sie, daß der Cursor sich in ein **G** verwandelt. Durch erneutes Drücken der **9** geht er zurück in den L-Modus.

Es gibt noch einen letzten Modus, in den die Tastatur versetzt werden kann. Der *erweiterte Modus,* angezeigt durch einen **E**-Cursor, ist erzielbar durch gleichzeitigen Druck auf **CAPS SHIFT** und **SYMBOL SHIFT**. Damit sind die meisten wissenschaftlichen und Programmierfunktionen zu erreichen. Erneuter Druck auf beide **SHIFT**-Tasten gleichzeitig bringt die Tastatur in den L-Modus zurück.

Auch dem geschicktesten Schreiber oder Programmierer unterlaufen beim Eintippen Fehler. Beheben ließ sich das bislang nur dadurch, daß man den Stromstecker herauszog! Das mag noch angehen, wenn dem Computer nur ein einziger Befehl eingegeben worden ist, aber es wird ärgerlich, wenn man schon viele Programmzeilen eingegeben hat.

Zum Glück können wir die **DELETE**-Taste verwenden, um Fehler auszumerzen ('delete' heißt löschen). Beispiel: Eigentlich kann bei dem einfachen Befehl

PRINT "Hallo"

nicht viel schiefgehen – oder?

Unterstellen wir, Sie hätten nicht auf **SYMBOL SHIFT** gedrückt, um die ersten Anführungsstriche zu erhalten. Auf dem Bildschirm stünde dann

PRINT PHallo"

Der Computer konnte das, was nach **PRINT** kam, nicht erkennen, weil das Fehlen von Anführungszeichen dem ZX Spectrum anzeigt, daß eine Zahl zu erwarten ist – vorgefunden hat er jedoch einen Buchstaben. Seine Verständnislosigkeit zeigt er am Zeilenende durch ein blinkendes **?** an.

Zum Glück brauchen Sie nicht alles noch einmal neu einzugeben. In der obersten Tastenreihe zeigen vier Pfeile in vier verschiedene Richtungen, über der Taste ganz rechts steht das Wort **DELETE**. Wenn Sie diese Tasten bedienen wollen, müssen Sie sie zusammen mit der **CAPS SHIFT**-Taste drücken. Die Querpfeile bewegen den Cursor nach links oder rechts, die **DELETE**-Taste löscht das Zeichen unmittelbar links vom Cursor.

Um Ihre unverständliche Zeile zu korrigieren, drücken Sie ◆ (**CAPS SHIFT** und **5** gleichzeitig), bis der Cursor direkt hinter dem **P** steht, das Sie aus Versehen einge-

geben haben. (Übrigens: Alle Tasten gehen, wenn man Sie länger drückt, in eine Dauerfunktion über. Mit den Pfeil-Tasten können Sie auf diese Weise den Cursor blitzschnell verschieben.) Drücken Sie nun **DELETE** (**CAPS SHIFT** und **0**), um das falsche **P** zu löschen, und tippen Sie dann **"** (**SYMBOL SHIFT** und **P**), um das einzufügen, was von Anfang an hingehört hätte. Wie Sie sehen, wird das eingesetzt, ohne daß dabei etwas anderes überschrieben werden würde. Probieren Sie auch den nach rechts weisenden Cursorpfeil aus, damit Sie Übung bekommen. Wenn Ihnen echte Tippfehler unterlaufen sind, verbessern Sie diese auf dieselbe Weise. Vergessen Sie aber nicht, daß Sie Fehler nicht überschreiben können, sondern sie löschen und die Korrekturen einfügen müssen.

Sobald Sie nun **ENTER** eingeben, zeigt der Computer Ihre Mitteilung oben auf dem Schirm an – oder unter einer schon vorhandenen ersten Zeile, falls sie noch dortsteht.

Eine vollständige Beschreibung der Tastatur finden Sie in Kapitel 1 des Handbuches.

3. Zahlen und Buchstaben Der Computer als Rechner

Wir haben schon gesehen, wie wir mit **PRINT** den Computer anweisen können, auf dem Bildschirm Buchstaben und Grafikzeichen anzuzeigen. Außerdem wissen wir, daß **ENTER** eingegeben werden muß, damit der Computer den gerade eingetippten Befehl ausführt. Von jetzt an wollen wir **ENTER** nicht jedesmal erwähnen, wenn ein Befehl verwendet wird, sondern davon ausgehen, daß Sie die Taste nach jedem Befehl automatisch drücken.

Zahlen verarbeitet der Computer leichter als Buchstaben. Im vorigen Kapitel haben wir das schon angedeutet, als wir davon sprachen, der Computer erwarte nach **PRINT** dann eine Zahl, wenn keine Anführungsstriche verwendet werden.

Tippen wir also

PRINT 2

Es erscheint auf dem Bildschirm oben die Zahl **2**.

Man kann Buchstaben und Zahlen mischen:

PRINT 2, "ABC"

Beachten Sie, daß auf dem Bildschirm zwischen der **2** und **ABC** eine Lücke ist.

Schreiben Sie jetzt

PRINT 2; "ABC"

und probieren Sie dann

PRINT 2 "ABC"

Bei einem Komma zwischen den Eingaben nach **PRINT** werden diese durch *16* Spalten getrennt; ein Strichpunkt läßt keine Zwischenräume entstehen, nimmt man gar nichts, erhält man eine Fehlermeldung.

PRINT kann auch zusammen mit den mathematischen Funktionen auf der Tastatur verwendet werden. Der ZX Spectrum kann so als Elektronenrechner dienen.

Beispiel:

PRINT 2+2

Die Lösung erscheint oben auf dem Bildschirm. Vergleichen Sie das mit:

PRINT "2+2"

Man kann diese Eingaben kombinieren, um etwas Nützlicheres zu erhalten. Versuchen Sie es mit

PRINT "2+2=";2+2

Probieren Sie auch andere Rechenoperationen aus, etwa:

PRINT 3–2
PRINT 4/5
PRINT 12*2

Das * wird anstelle von X als Multiplikationszeichen verwendet, um Verwechslungen mit dem Buchstaben **x** auszuschließen, / für das Divisionszeichen ÷.

Experimentieren Sie mit verschiedenen Rechenaufgaben. Wenn Sie wollen, können Sie auch negative Zahlen oder Dezimalzahlen verwenden (im Gegensatz zum deutschen Gebrauch nicht mit Dezimal*komma*, sondern mit einem Dezimal*punkt*!).

Wenn Sie soviel eingeben, daß die 22 Zeilen des oberen Bildschirmteils aufgebraucht sind, werden Sie einen recht interessanten Vorgang erleben: Alles rutscht eine Zeile höher, die oberste Zeile verschwindet. Man nennt das *Scrolling* (Abrollen).

Rechenoperationen werden nicht immer in der Reihenfolge ausgeführt, die Sie vielleicht erwarten. Versuchen Sie es beispielsweise mit

PRINT 2+3*5

Sie vermuten vielleicht, der Computer nehme 2, addiere 3 dazu, was 5 ergibt, und multipliziere dann mit 5, so daß 25 herauskäme. Das ist aber nicht der Fall. Multiplikationen – ebenso wie Divisionen – werden vor Additionen und Subtraktionen ausgeführt. Der Ausdruck '2+3*5' bedeutet demnach 'nimm 3 und multipliziere mit 5, was 15 ergibt; dann addierst du 2 dazu und kommst auf 17'. Auf dem Bildschirm müßte 17 erscheinen.

Da Multiplikationen und Divisionen zuerst ausgeführt werden, sagen wir, daß sie eine höhere Priorität haben als Addition und Subtraktion. Im Verhältnis zueinander haben Multiplikation und Division dieselbe Priorität, was bedeutet, daß die Multiplikationen und Divisionen der Reihe nach von links nach rechts ausgeführt werden. Sobald sie bewältigt sind, bleiben noch die Additionen und Subtraktionen – auch diese haben untereinander dieselbe Priorität, so daß sie der Reihe nach von links nach rechts ausgeführt werden.

Sehen wir uns an, wie der Computer folgende Rechenoperation bewältigen würde:

PRINT 20–2*9+4/2*3

I 20–2*9+4/2*3 II 20–18+4/2*3 III 20–18+2*3	Zuerst führen wir die Multiplikationen und Divisionen der Reihe nach von links nach rechts aus
IV 20–18+6 V 2+6 VI 8	dann die Additionen und Subtraktionen

Obwohl Sie eigentlich nur zu wissen brauchen, ob eine Rechenoperation eine höhere oder niedrigere Priorität hat als eine andere: Der Computer kann das, weil er für die Priorität jeder Rechenoperation eine Zahl zwischen 1 und 16 hat: * und / haben die Priorität 8, + und – die Priorität 6.

Diese Reihenfolge der Berechnung ist unabänderlich. Sie können sie trotzdem umgehen, wenn Sie Klammern verwenden; alles, was in Klammern steht, wird zuerst bewertet und dann als Einzelzahl behandelt, so daß

PRINT 3*2+2

die Lösung 6+2=8 liefert, dagegen

PRINT 3*(2+2)

zu der Lösung 3*4=12 führt.

Manchmal ist es nützlich, dem Computer solche Ausdrücke zu geben, weil Sie ihm immer dann, wenn er eine Zahl von Ihnen erwartet, statt dessen einen Ausdruck liefern können und er dann die Lösung ausrechnet. Die Ausnahmen von dieser Regel sind so selten, daß sie in jedem Fall eigens angegeben werden.

Sie können Zahlen mit Dezimalpunkten (also *nicht* mit Dezimalkomma!) nehmen, wobei Sie den Satzpunkt verwenden, und im Übrigen nach der wissenschaftlichen Schreibweise vorgehen wie das bei fast allen Taschenrechnern üblich ist. Dabei schreiben Sie nach einer gewöhnlichen Zahl mit oder ohne Dezimalpunkt einen Exponenten, der aus dem Buchstaben **e** besteht, dazu vielleicht aus einem Minuszeichen und schließlich noch aus einer Zahl. Der Exponent verschiebt den Dezimalpunkt nach rechts oder (bei einem negativen Exponenten) nach links und multipliziert (oder dividiert) die ursprüngliche Zahl ein paarmal durch 10. Beispiel:

2.34e0=2.34
2.34e3=2340
2.34e–2=0.0234 und so weiter

Nicht schreiben können Sie dagegen

(1.34+1)e(6/2).

Sie können auch Ausdrücke nehmen, deren Werte keine Zahlen sind, sondern Ketten, also Folgen von Buchstaben (bei den Computerleuten werden diese Ketten 'Strings' genannt; daran wollen wir uns auch halten). Sie haben die einfachste Form davon schon oft gesehen – den Buchstabenstring innerhalb der doppelten Anführungszeichen, übrigens die Entsprechung zur einfachsten Form des numerischen Ausdrucks, einer Zahl, die für sich allein geschrieben wird. Was Sie noch nicht gesehen haben, ist die Verwendung von **+** mit Strings (aber nicht **–**, * oder /; ein Problem mit Prioritäten gibt es hier also nicht). Strings addiert man, indem man sie einfach aneinanderfügt, etwa bei

PRINT "dum"+"me Kuh"

Sie können in einem einzigen Ausdruck so viele Strings addieren, wie Sie wollen, und sogar Klammern verwenden.

4. Ein paar einfache Befehle

Der Computerspeicher kann alles Mögliche aufnehmen. Wir haben bisher gesehen, daß wir mit dem **PRINT**-Befehl Buchstaben, Zahlen und die Lösungen von Rechenoperationen mit Buchstaben und Zahlen zugleich auf dem Bildschirm anzeigen können.

Wenn wir den Computer anweisen wollen, sich eine Zahl oder einen Buchstabenstring zu merken, müssen wir einen Teil seines Speichers für diesen Zweck reservieren.

Die meisten Taschenrechner besitzen eine Taste 'Speicher' (meistens mit 'M' bezeichnet), mit der Zahlen für eine spätere Verwendung gespeichert werden können. Ihr ZX Spectrum kann viel mehr: Er vermag in sich so viele dieser imaginären Fächer anzulegen, wie Sie wünschen; Sie belegen jedes mit einem eigenen Namen.

Beispiel: Angenommen, Sie möchten sich Ihr Alter merken und Sie sind 34 Jahre. Dazu verwenden wir den **LET**-Befehl (**LET** ist das Schlüsselwort auf der Taste **L**).

LET Alter=34

Der Vorgang beim **LET**-Befehl: Einem bestimmten Teil des Speichers wird der Name 'Alter' zugewiesen, die Zahl 34 dort gespeichert. Wenn Sie diese gespeicherte Information herausholen wollen, tippen Sie

PRINT Alter

und erhalten auf dem Bildschirm die Zahl 34. Den Inhalt des 'Faches' mit dem Namen 'Alter' zu verändern, ist sehr leicht.

Tippen Sie

LET Alter=56

und anschließend:

PRINT Alter

Auf dem Bildschirm erscheint 56. 'Alter' ist ein Beispiel für eine *Variable*, die so genannt wird, weil ihr Wert sich verändern kann. Es ist möglich, die Anzeige einer Zeile direkt auf dem Bildschirm und den Wert einer Variablen zu verbinden. Tippen Sie

PRINT "Ihr Alter ist "; Alter

Der Computer kann aber viel mehr, als sich nur Zahlen zu merken, die mit Namen verbunden sind. Er merkt sich auch Buchstabenstrings. Zur Unterscheidung zwischen Zahlenvariablen und Stringvariablen – wie man diese nennt – wird am Ende des Variablennamens das Dollarzeichen **$** verwendet.

Beispiel: Wenn wir den Buchstabenstring

"Ihr Alter ist"

speichern wollen, können wir ihn

a$

nennen. (Die Namen von Stringvariablen dürfen neben dem **$** nur noch einen Buchstaben enthalten). Geben Sie also ein:

LET a$="Ihr Alter ist "

(Damit später die Zahl am Ende mit etwas Abstand zum letzten Buchstaben erscheint, geben Sie am besten gleich ein Leerzeichen am Ende des Textes ein.)

Wenn Sie jetzt eingeben

PRINT a$

erscheint auf dem Bildschirm wieder der Buchstabenstring.

Falls der Computer seit Beginn dieses Kapitels nicht abgeschaltet worden ist, tippen Sie

PRINT a$;Alter

und sehen sich an, was geschieht.

Es gibt aber auch Möglichkeiten, Informationen in den Computer einzuspeichern, ohne den **LET**-Befehl zu benützen.

Beispiel: Der **INPUT**-Befehl teilt in seiner einfachsten Form dem Computer mit, daß von der Tastatur eine Information zu erwarten ist. Statt jedesmal **LET** zu tippen, können Sie schreiben

INPUT Alter

Sobald die Taste **ENTER** gedrückt ist, erscheint auf dem Bildschirm ein blinkender **L**-Cursor. Er bedeutet, daß der Computer von Ihnen eine Information erwartet. Tippen Sie also Ihr Alter und drücken Sie **ENTER**. Obwohl gar nichts geschehen zu sein scheint, hat die Variable jetzt den von Ihnen eingegebenen Wert erhalten. Das muß sich beweisen lassen, wenn Sie

PRINT Alter

eintippen.

Verbinden wir das alles zu einer Folge von Befehlen.
Tippen Sie

```
LET b$="Wie alt sind Sie?"
LET a$="Ihr Alter ist "
INPUT (b$); Alter: PRINT a$; Alter
```

Beachten Sie, daß die letzte Zeile aus zwei Befehlen besteht, die durch einen Doppelpunkt getrennt sind.

Der Befehl

INPUT (b$); Alter

ist nur eine andere Form der Eingabe von

INPUT "Wie alt sind Sie?"; Alter

5. Einfaches Programmieren

Bis jetzt haben wir dem Computer das, was er tun soll, direkt über die Tastatur mitgeteilt. Zwar kann man Befehle miteinander verbinden, aber diese Methode ist nur in begrenztem Umfang brauchbar.

Das Schöne an Computern ist, daß man sie programmieren kann. Das heißt: Wir können ihnen eine Folge von Befehlen eingeben, die sie veranlassen, eine Aufgabe schrittweise zu bewältigen.

Jeder Computer besitzt seine eigene Sprache, durch die wir uns mit ihm verständigen können. Manche Sprachen sind sehr einfach, so daß der Computer sie leicht verstehen kann. Leider sind so einfache Sprachen, daß der Computer sie verstehen kann, schwer für Menschen. In mancher Beziehung gilt das auch umgekehrt – Sprachen, die so einfach sind, daß wir sie verstehen können, sind für den Computer verhältnismäßig schwer und müssen sogar übersetzt oder interpretiert werden.

Der ZX Spectrum bedient sich einer höheren Programmsprache namens BASIC.

BASIC ist eine Abkürzung für Beginners All-Purpose Symbolic Instruction Code (deutsch etwa: Symbolischer Allzweck-Befehlscode für Anfänger); die Sprache wurde 1964 am Dartmouth College in New Hampshire in den USA entwickelt. Bei Heim- oder Personal-Computern, wie man sie auch nennt, findet sie weithin Anwendung. Sie ist zwar bei allen Computern im Prinzip gleich, feine Unterschiede gibt es aber doch. Aus diesem Grund wurden Einführung und Handbuch eigens für den ZX Spectrum geschrieben. BASIC für den ZX Spectrum ist aber nicht weit von einem (ohnehin eigentlich nicht vorhandenen) allgemeingültigen BASIC entfernt. Eigentlich sollte es Ihnen also keine Schwierigkeiten bereiten, jedes BASIC-Programm so abzuwandeln, daß Sie es für den ZX-Spectrum verwenden können. Im Gegensatz zu anderen BASIC-Versionen darf bei ZX Spectrum-BASIC der Befehl **LET** nicht weggelassen werden, wenn man Variablen Werte zuteilt.

Es gibt eine Grenze dafür, wie viele Anweisungen im Computer gespeichert werden können. Der ZX Spectrum zeigt diese Grenze durch einen Summton an.

Beim Programmieren in BASIC muß man dem Computer die Reihenfolge bekanntgeben, in der die Befehle ausgeführt werden sollen. Deshalb steht vor jeder Zeile der Befehlsfolge eine Nummer. Es ist üblich, mit 10 zu beginnen und bei jeder neuen Zeile um 10 zu erhöhen. Man kann dann nämlich andere Zeilen einschieben, falls sie vergessen wurden oder das Programm abgeändert werden soll.

Nehmen wir ein einfaches Beispiel. Sehen Sie sich die Folge von Befehlen am Schluß des letzten Kapitels noch einmal an. Wenn wir die Serie wiederholen wollten, müßten wir sie jedesmal neu eingeben. Mit einem *Programm* ist man dieser Notwendigkeit enthoben.

Tippen Sie das Folgende ein und drücken Sie nach jeder Zeile auf **ENTER**:

```
10 LET b$="Wie alt sind Sie? "
20 LET a$="Ihr Alter ist  "
30 INPUT (b$); Alter
40 PRINT a$; Alter
```

Beachten Sie, daß es nicht notwendig ist, Leerschritte einzugeben, es sei denn, innerhalb von Anführungszeichen.

Geschehen wird nun zunächst gar nichts, bis wir den Computer beauftragen, das Programm auszuführen. Das geschieht mit **RUN** (dem Schlüsselwort auf der Taste **R**). Starten Sie das Programm und sehen Sie sich an, was geschieht.



Abbildung 4

Bei der Eingabe wird Ihnen in jeder Zeile auch ein nach rechts weisender Pfeil (eigentlich ein Winkel) aufgefallen sein. Er zeigt die letzte eingegebene Zeile an. Wenn Sie das Programm noch einmal sehen wollen, drücken Sie erneut auf **ENTER** (oder auf **LIST**). Sie können das Programrn mit **RUN** so oft fahren, wie Sie wollen. Sobald Sie dieses Programm nicht mehr brauchen, können Sie es durch den **NEW**-Befehl entfernen. Damit wird das gespeicherte Programm gelöscht und ‚reiner Tisch' gemacht, so daß Sie ein neues eingeben können.

Drücken Sie zuerst **NEW**, dann **LIST** und sehen Sie sich an, was passiert.

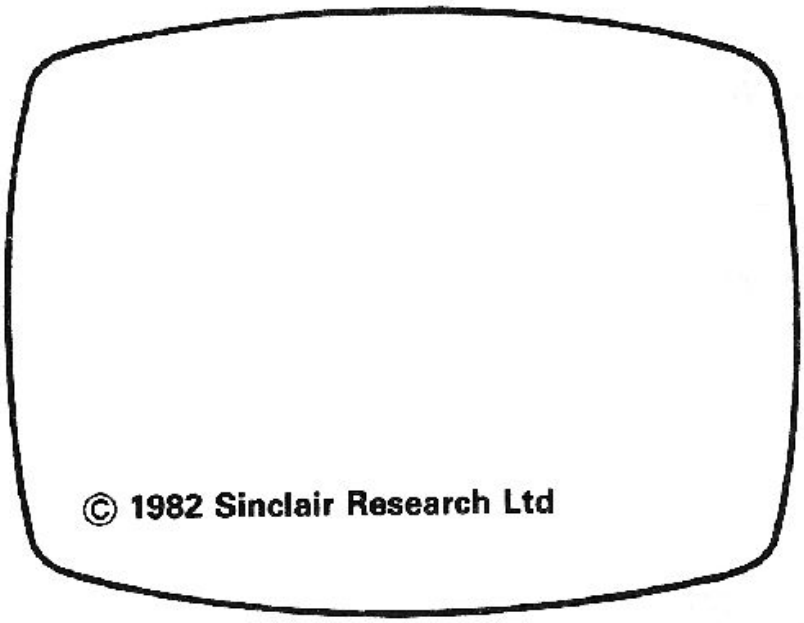


Abbildung 5

Noch einmal:

Wenn Sie einen Befehl eingeben, dem eine Nummer vorangeht, weiß der Computer, daß es sich nicht einfach um einen Befehl, sondern um eine Programmzeile handelt. Er führt ihn also nicht aus, sondern speichert ihn für später.

Der ZX Spectrum schreibt (oder listet) entgegenkommenderweise auf dem Bildschirm alle Programmzeilen, die Sie eingegeben haben, mit einem ▶ in der letzten Zeile.

Der Computer führt keine dieser Zeilen sofort aus, sondern speichert sie zunächst nur in seinem Inneren.

Damit der Computer die Zeilen ausführt, müssen Sie den Befehl **RUN** verwenden.

Drücken Sie **ENTER** allein, erhalten Sie wieder das Listing, also das ganze eingegebene Programm, angezeigt.

Befassen wir uns mit einem zweiten einfachen Programm. Es wird ein bißchen mehr Mathematik enthalten und die Quadrate aller Zahlen zwischen 1 und 10 anzeigen (das Quadrat einer Zahl ist ganz einfach diese mit sich selbst multipliziert).

Damit, daß wir Zahlen von 1 bis 10 erzeugen ('generieren', wie es bei den Computerleuten auch heißt), führen wir einen neuen BASIC-Programmierbegriff ein. Das ist die Methode, mit der wir den Computer zum Zählen veranlassen. Vorher haben wir gesehen, daß Zahlen im Speicher des Computers festgehalten werden, wenn man ihnen einen 'Namen' gibt – technisch gesprochen, einer Variablen einen Wert zuteilt. Die Variable **x** soll mit dem Wert 1 beginnen und in Einserschritten bis 10 gesteigert werden. Das geschieht durch den Befehl **FOR ... TO ... STEP**.

Um dieses Programm einzugeben, drücken Sie also **NEW**, um das vorherige loszuwerden, und tippen Folgendes:

```
10 FOR x=1 TO 10 STEP 1
```

(In der Regel kann man das **STEP 1** weglassen, wenn das Zählen in Einserschritten erfolgen soll).

Die nächste Zeile muß nun dem Computer mitteilen, was er mit **x**, tun soll, egal, welchen Wert es hat. Sie schreiben:

```
20 PRINT x, x*x
```

Schließlich brauchen wir noch eine Zeile, die dem Computer befiehlt, zum nächsten Wert von **x** zu gehen, also

```
30 NEXT x
```

Erreicht der Computer diesen Befehl, geht er zu Zeile 10 zurück und wiederholt die Folge. Sobald **x** über 10 hinausgelangt, geht der Computer zur nächsten Zeile im Programm, also zu Zeile 40.

Das Programm müßte nun so auf dem Bildschirm stehen:

```
10 FOR x=1 TO 10 STEP 1
20 PRINT x, x*x
30 NEXT x
```

Der Vollständigkeit halber brauchen wir eigentlich noch eine weitere Zeile, die dem Computer mitteilt, daß das Programm beendet ist, wenn **x=1Ø**. Geben Sie ein

```
4Ø STOP
```

Wird das Programm nun mit **RUN** gefahren, sollten zwei Kolonnen erscheinen, die erste mit Werten von **x**, die zweite mit Werten von **x*x** oder **x** im Quadrat. Man kann diese Kolonnen mit Überschriften versehen, wenn man noch eine Zeile einfügt, etwa

```
5 PRINT "x", "x*x"
```

Beachten Sie, daß das zwar erst *nach* allen anderen Zeilen eingefügt worden ist, wegen der niedrigeren Zeilennummer aber vom Computer automatisch an der richtigen Stelle eingeschoben wird.

Versuchen Sie, Programme für andere mathematische Funktionen zu schreiben. Wenn Sie irgendwelche Zweifel daran haben, wie Sie damit umgehen müssen, schlagen Sie an den entsprechenden Stellen im Handbuch nach.

6. Die Verwendung des Kassettenrecorders

Es ist recht mühsam, jedesmal Programme in den Computer eintippen zu müssen, wenn man ihn benutzen will. Der ZX Spectrum ist eingerichtet für die Aufzeichnung von Programmen auf Magnetbändern mit einem ganz normalen, handelsüblichen Kassettenrecorder. Aufgezeichnete Programme können Sie später wieder verwenden, ohne Sie von Hand neu eingeben zu müssen.

Die meisten Kassettenrecorder sind verwendbar. Was den Computer angeht, sind die billigen, tragbaren Mono-Kassettenrecorder mindestens ebensogut wie teure Stereogeräte und machen auch weniger Schwierigkeiten. Ein Bandzähler wird Ihnen sehr nützlich sein.

So können Sie ein Programm auf Kassette festhalten:

Der Kassettenrecorder muß eine Eingangsbuchse für die Verwendung von Mikrofonen und eine Ausgangsbuchse für Kopfhörer haben (wenn es den nicht geben sollte, versuchen Sie es mit der Buchse für Zusatzlautsprecher). Es sollten 3,5 mm-Klinkenbuchsen sein, also passend für die Klinkenstecker am Doppelkabel, weil bei anderen Arten das Signal für den Computer oft nicht stark genug ist.

Jede Kassette müßte verwendbar sein, allerdings eignen sich rauscharme besser. Wenn Sie sich einen geeigneten Kassettenrecorder besorgt haben, schließen Sie ihn mit dem mitgelieferten Doppelkabel an den ZX Spectrum an. Ein Kabel soll die Mikrofon-Eingangsbuchse am Recorder mit der Buchse 'MIC' an der Rückseite des Computers verbinden, das zweite, die Kopfhörer-Ausgangsbuchse am Recorder mit der Buchse 'EAR'. (Sie können den ZX Spectrum nicht beschädigen, wenn Sie die Kabel verkehrt anschließen).

Wenn Sie den **SAVE**-Befehl dazu benützen, um ein Programm auf Band zu speichern, müssen Sie darauf achten, daß einer der Stecker des Kabels zwischen den 'EAR'-Buchsen an Computer und Kassettenrecorder herausgezogen ist – irgendeiner von beiden. Wenn Sie das vergessen, erhalten Sie auf dem Band nur einen gleichmäßigen Ton, mit dem Sie nichts anfangen können. Der Grund: Wenn der Kassettenrecorder aufnimmt, verstärkt er das in seiner 'MIC'-Buchse eingehende Signal und schickt es über die 'EAR'-Buchse wieder hinaus. Sobald es in den Computer gelangt, entsteht eine oszillierende Schleife, die das Signal überlagert, das Sie aufzeichnen wollen.

Tippen Sie ein Programm in den Computer, sagen wir das Quadratzahlenprogramm aus dem vorigen Kapitel, und schreiben Sie anschließend:

SAVE "Quadrat"

Quadrat ist nur der Name, mit dem Sie das Programm belegen, während es auf Band gespeichert ist. Sie können bei dem Namen, der nur aus Buchstaben und Zahlen bestehen darf, bis zu zehn Zeichen verwenden.

Der Computer wird nach **ENTER** die Meldung bringen: **Start tape then press any key** (Starten Sie das Band und drücken Sie dann irgendeine Taste). Zuerst machen wir einen Probelauf, damit Sie sehen können, was sich abspielt: Lassen Sie das Band noch nicht laufen, sondern drücken Sie eine Taste des ZX Spectrum und beobachten

Sie den Außenrand des Bildschirms. Sie sehen Muster aus farbigen Querstreifen:
5 Sekunden lang rote und hellblaue Streifen, ungefähr 1 cm breit, die sich langsam nach oben bewegen.
Ein ganz kurzes Aufzucken von blauen und gelben Streifen.
1 Sekunde alles ganz normal.
Noch einmal 2 Sekunden das rote und hellblaue Muster.
Ungefähr 1 Sekunde erneut das blaue und gelbe Muster.
Versuchen Sie das mehrmals, bis Sie die Unterschiede genau kennen. Die Information wird in zwei Blöcken gespeichert. Beide Blöcke haben einen Vorspann, dem das rote und hellblaue Muster entspricht, und die Information selbst, dem blauen und gelben Muster entsprechend. Der erste Block ist eine Einleitung, die den Namen des Programms und verschiedene andere Informationen darüber enthält, der zweite das Programm selbst mit vorhandenen Variablen. Das weiße Stück dazwischen ist nur eine Lücke.
Jetzt wollen wir das Signal tatsächlich auf der Kassette festhalten.

1. Spulen Sie das Band an eine Stelle, die entweder leer ist oder unbedenklich überspielt werden kann.

2. Schreiben Sie **SAVE "Quadrat"** (und **ENTER**)

3. Lassen Sie den Kassettenrecorder auf "Aufnahme" oder "Record" laufen.

4. Drücken Sie am ZX Spectrum irgendeine Taste.

5. Achten Sie, wie vorher, auf den Bildschirm. Halten Sie das Band an, sobald der Computer (mit der Meldung **0 OK**) fertig ist.

Um sich zu vergewissern, daß das funktioniert hat, können Sie das Signal auf dem Band mit Hilfe des **VERIFY**-Befehls darauf prüfen, ob es mit dem Programm im Computer übereinstimmt.

1. Drehen Sie den Lautstärkeknopf am Kassettenrecorder etwa in die mittlere Stellung und schließen Sie das 'EAR'-Kabel wieder an.

2. Spulen Sie das Band an die Stelle zurück, an der Sie mit der Aufnahme des Programms begonnen haben.

3. Schreiben Sie **VERIFY "Quadrat"** (**VERIFY** ist erweiterter Modus und **R** mit Shift).

4. Lassen Sie den Kassettenrecorder auf "Wiedergabe" oder "Play" laufen.

Der Außenrand des Bildschirms wird zwischen rot und hellblau wechseln, bis das Band die Stelle erreicht, wo Sie ihre Aufzeichnung gemacht haben, dann sehen Sie dasselbe Muster wie beim Sichern des Programms. Während der Lücke von 1 Sekunde Dauer dazwischen wird auf dem Bildschirm **Program Quadrat** angezeigt – wenn der Computer auf dem Magnetband etwas sucht, zeigt er jeden Namen an, auf den er

stößt. Sehen Sie alle Muster und der Computer schließt mit der Meldung **0 OK** ab, ist Ihr Programm auf Band gesichert, und Sie können die nächsten Absätze überspringen. Im anderen Fall ist etwas schiefgegangen. Gehen Sie die folgenden Fragen durch, um dahinterzukommen, woran es lag.

Wie man dafür sorgt, daß das Programm gesichert wird

Ist der Name aufgetaucht?

Wenn nicht, dann ist das Programm entweder nicht richtig gesichert oder zwar gesichert, aber nicht richtig wieder eingelesen worden. Sie müssen herausfinden, woran es liegt. Um festzustellen, ob das Programm richtig gesichert wurde, lassen Sie das Band bis kurz vor Beginn der Aufnahme zurücklaufen und spielen es über den Lautsprecher des Recorders ab (dazu müssen Sie vermutlich den Stecker aus der Kopfhörerbuchse des Recorders ziehen). Der rote und hellblaue Vorspann liefert einen sehr klaren, gleichmäßigen, hohen Ton, der blau/gelbe Informationsteil ein viel weniger angenehmes Geräusch, wie Morsen bei Orkanwind. Beide Töne sind sehr laut und übertönen bei voller Lautstärke jedes Gespräch.

Wenn Sie diese Geräusche nicht hören, ist das Programm vermutlich nicht aufgenommen worden. Vergewissern Sie sich, daß die richtigen Kabel an die richtigen Buchsen angeschlossen sind. Achten Sie darauf, daß bei der Aufnahme die 'MIC'-Buchsen miteinander verbunden sind, die 'EAR'-Buchsen aber nicht. Bei manchen Kassettenrecordern kommt es vor, daß der Klinkenstecker keinen Kontakt hat, wenn er ganz tief hineingesteckt wird. Versuchen Sie, ihn ein paar Millimeter herauszuziehen – manchmal fühlt man, wie er gewissermaßen einrastet. Achten Sie auch darauf, ob Sie nicht auf das Plastik-Vorspannband am Kassettenanfang aufzunehmen versucht haben. Wenn Sie das alles nachgeprüft haben, probieren Sie erneut, das Programm aufzunehmen.

Hören Sie die Geräusche wie beschrieben, dann hat **SAVE** vermutlich geklappt, und es liegt am Einlesen.

Überprüfen Sie noch einmal die Kabelanschlüsse und auch die Lautstärke. Wenn sie zu gering ist, hört der Computer das Signal nicht richtig, und Sie sehen auf dem Bildschirm nicht die richtigen Muster; ist es zu laut, wird das Signal verzerrt – Sie hören es vielleicht sogar aus dem eigenen Lautsprecher des Computers. Dazwischen gibt es einen weiten Bereich akzeptabler Werte, aber Sie können ja herumprobieren.

Der nächste Fall: Der Computer findet das Programm zwar und zeigt auch seinen Namen an, aber es klappt trotzdem nicht. Unter den Möglichkeiten, die in Frage kommen:

Sie haben den Namen falsch getippt, entweder bei **SAVE** (wenn der Computer den falsch getippten Namen auf dem Bildschirm anzeigt) oder bei **VERIFY**: Der Computer beachtet das Programm nicht und zeigt die ganze Zeit rote und hellblaue Streifen.

Auf dem Band ist ein echter Defekt vorhanden: Der Computer meldet **R Tape loading error** (Fehler beim Aufnehmen auf Band). In diesem Fall hat er das Programm nicht bestätigen können. Sichern Sie es noch einmal.

Unter Umständen kann es sein, daß die Einstellung der Lautstärke beim Kassettenrecorder nicht ganz richtig ist, aber weit kann es nicht fehlen, weil der Computer den ersten Block hat lesen können.

Nehmen wir an, der Computer hat Ihnen bestätigt, daß das Programm korrekt geladen worden ist, dann können Sie es jetzt vom Band in den Computer zurückschicken. Damit Sie sehen, daß das wirklich funktioniert, drücken Sie **NEW** oder unterbrechen Sie kurz die Stromzufuhr und überzeugen Sie sich, daß der Spectrum alles vergessen hat.

Das Laden funktioniert im Prinzip wie das Prüfen des Programmes, nur daß Sie statt des **VERIFY**-Befehles eingeben.

LOAD "Quadrat"

LOAD ist der Befehl auf der **J**-Taste.

Drücken Sie nun **ENTER** und starten Sie die Bandwiedergabe. Es wiederholt sich der gleiche Vorgang wie bei **VERIFY**, und wenn Sie nach dem Laden **RUN** drücken, sehen Sie, daß Ihr ganzes Programm wieder im Computer vorhanden ist.

Mit fertigen Programmen, die Sie auf Kassette kaufen können, verfahren Sie genauso. Sie müssen jedoch speziell für den ZX Spectrum geschrieben und aufgenommen sein, sonst ist die Eingabe unmöglich.

Wenn Sie ein Band haben, auf dem mehrere Programme hintereinander gespeichert sind, so geben Sie jedem Programm einen anderen Namen. Nehmen wir an, das dritte Programm auf Ihrer Kassette heißt "Hubschrauber", dann können Sie das Band auch von Anfang an laufen lassen und eingeben

LOAD "Hubschrauber"

Der Computer wird dann die ersten beiden Programme übergehen (und nur in das blaue Mittelfeld ihre Namen schreiben) und erst das "Hubschrauber"-Programm tatsächlich zurückspeichern.

Die Eingabe

LOAD " "

weist den Computer an, das nächstbeste Programm zu laden, das er vollständig auf der Kassette findet.

7. Farben

Eine der schönsten Eigenschaften des ZX Spectrum ist die Fähigkeit, auf dem Fernsehschirm mit Farben zu arbeiten. Der Bildschirm ist aufgeteilt in zwei Bereiche. Der äußere Teil wird **BORDER** (Umrandung) genannt, die Fläche in der Mitte **PAPER** (Papier). Man kann die Farben dieser beiden Flächen nach Wunsch verändern, sowohl unmittelbar von der Tastatur aus wie auch in einem Programm.

Der ZX Spectrum kennt acht Farben, die mit Zahlen zwischen 0 und 7 bezeichnet werden. Obwohl die Farben bunt gemischt zu sein scheinen, liefern sie auf einem Schwarzweiß-Fernseher tatsächlich zunehmend hellere Grautöne.

Hier eine Liste zum Vergleichen; über den entsprechenden Zifferntasten stehen die Bezeichnungen auch:

0 BLACK	= schwarz
1 BLUE	= blau
2 RED	= rot
3 MAGENTA	= violett
4 GREEN	= grün
5 CYAN	= hellblau
6 YELLOW	= gelb
7 WHITE	= weiß

Wenn der Computer in Betrieb genommen wird, arbeitet das System zunächst in Schwarzweiß. Der Normalwert für **BORDER** und **PAPER** ist 7, also weiß. Die Farbe jedes Zeichens, das auf dem Bildschirm erscheint, wird bestimmt durch den **INK**-Befehl. Diese Farbe ist normal 0, also schwarz. Zunächst werden die drei Befehle für die Bildschirmfarben vom Computer gesetzt.

Sie können diese Werte aber verändern. Beispiel: Schreiben Sie

BORDER 2

Falls Sie nicht vergessen haben, auf **ENTER** zu drücken, sollte die weiße Umrandung jetzt rot werden. Dazu gehört auch der Bereich unten, wo Befehle und Anweisungen eingegeben werden. Versuchen Sie andere Ziffern einzugeben und sehen Sie sich an, wie die Farben wechseln.

Als nächstes versuchen Sie, die Mitte des Bildschirms zu verändern, und schreiben

PAPER 5

Der **PAPER**-Befehl ist einer der vorhin erwähnten Befehle im erweiterten Modus. Man erreicht ihn durch gleichzeitiges Drücken von **CAPS SHIFT** und **SYMBOL SHIFT**. **PAPER** ist dann ein **C** mit Shift. Wenn die **ENTER**-Taste *zwei*mal gedrückt wird, nimmt die Mittelfläche des Bildschirms hellblaue Färbung an. Das erste **ENTER** löscht den **PAPER**-Befehl, der sich schon im Computer befindet, aber erst beim zweiten Drücken von **ENTER**, (was den Computer veranlaßt, ein vorhandenes Programm aufzulisten und damit die Bildschirminformation wiederherzustellen) wird die neue **PAPER**-Farbe verwendet. Wenn Sie einen Farbfernseher benutzen und die Farbe nicht gewechselt

hat, versuchen Sie, die Farbeinstellung und – falls es immer noch nicht klappt – die Feinabstimmung des Geräts zu verändern.

Der **INK**-Befehl ist dem **PAPER**-Befehl ähnlich und bestimmt die Farbe der Zeichen, die auf dem **PAPER**-Bereich des Bildschirms erscheinen. Wenn die Farbe von **INK** und **PAPER** gleich ist, kann auf dem Bildschirm natürlich nichts zu sehen sein!

Die Befehle **BORDER**, **PAPER** und **INK** können in Programmen verwendet werden. Hier ein ganz einfaches, das die Auswahl an Farben zeigt:

```
10 FOR x=0 TO 7
20 BORDER x
30 PAPER 7-x: CLS
40 PAUSE 50
50 NEXT x
```

Dieses Programm durchläuft, wenn es mit **RUN** gefahren wird, die acht Farben und zeigt **PAPER**- und **BORDER**-Farben im Kontrast. Der **CLS**-Befehl nach **PAPER** zwingt den Computer, das Schirmbild neu aufzubauen und die neue **PAPER**-Farbe zu verwenden. Der **PAUSE**-Befehl hält das Programm für eine Sekunde an, damit wir sehen können, was vorgeht (versuchen Sie einmal, das Programm ohne **PAUSE** zu fahren). Damit Sie sehen, wie der **INK**-Befehl wirkt, tippen Sie, nachdem Sie **NEW** gedrückt haben, das folgende Programm ein:

```
10 BORDER 7
20 PAPER 1
30 INK 4
40 PRINT "Grüne Zeichen auf blauem Hintergrund"
```

Mit den farbigen Möglichkeiten des ZX Spectrum hängen noch andere Befehle zusammen. Sie sind im Handbuch aufgeführt.

8. Ton

Der ZX Spectrum vermag Geräusche von unendlicher Vielfalt hervorzubringen. Die Frequenz des Tons und seine Dauer können Sie selbst bestimmen. Der Befehl **BEEP** wird dazu verwendet, den Computer anzuweisen, daß er einen Ton erzeugt. **BEEP** ist ein Befehl in erweitertem Modus und über die **Z**-Taste zu erreichen.

Die ‚Mittel'-Frequenz für den **BEEP**-Befehl ist das mittlere C. Innerhalb des **BEEP**-Befehls kann man das verändern und jeden gewünschten Ton erhalten, wenn er ausgedrückt wird als Halbton oder Teil eines Halbtons über oder unter dieser Mittelfrequenz. Wird der Befehl

BEEP 2,Ø

eingegeben, sollte der Computer zwei Sekunden lang einen Ton hören lassen, der dem mittleren C entspricht.

Die beiden Zahlen steuern gemeinsam die Art des erzeugten Tons. Die erste legt die Tonlänge in Sekunden fest, die zweite die Höhe des Tons in Halbtönen über dem mittleren C. So ist der Tonhöhencode für das mittlere C Ø, für Cis 1, für D 2, und so weiter nach oben bis zum nächsten C mit 12, weil 12 Halbtöne eine Oktave ausmachen. Sie können zu 13 und noch weitergehen, wenn Sie wollen. Je höher die Zahl, desto höher der Ton.

Probieren Sie Folgendes

BEEP .5,6: BEEP .5,3: BEEP .5,3

Was Sie hören, ist nichts Geringeres als die ersten drei Töne von 'Hänschen klein'. Da Sie mit Doppelpunkten jede Menge **BEEP**-Befehle aneinanderbringen können, wären Sie, wenn Sie die Geduld aufbringen, ohne weiteres in der Lage, ein ganzes Lied zu spielen. Auf jeden Fall werden Sie vielleicht mehr hören wollen als nur drei Töne.

(Mit Doppelpunkten kann man nicht nur **BEEP**-Befehle aneinanderreihen, sondern auch aus anderen Grundbefehlen Befehlsmischungen herstellen.)

Ein komplizierteres Beispiel: Sie können ein singendes Chamäleon erzeugen, wenn Sie **BEEP** und **BORDER** mischen:

BORDER 1: BEEP 1,14: BORDER 3: BEEP 1,16: BORDER 4: BEEP 1,12:
BORDER 6: BEEP 1,Ø: BORDER 5: BEEP 4,7: BORDER 1

(Denken Sie sich nichts dabei, daß das über eine Zeile hinausgeht; den Computer stört das nicht.)

Ein kurzes Programm, um eine ganze Notenfolge zu spielen, könnte so aussehen:

```
1Ø FOR x=Ø TO 24
2Ø BEEP 2, x
3Ø NEXT x
```

Mit diesem Befehl läßt sich noch weit mehr anstellen – schlagen Sie nach im Handbuch.

Bei Tönen, die tiefer sind als das mittlere C, wird die Zahl der Halbtöne durch eine negative Zahl angezeigt.

9. Wie der Computer innen aussieht

Das untenstehende Bild läßt erkennen, wie das Innere des ZX Spectrum aussieht.

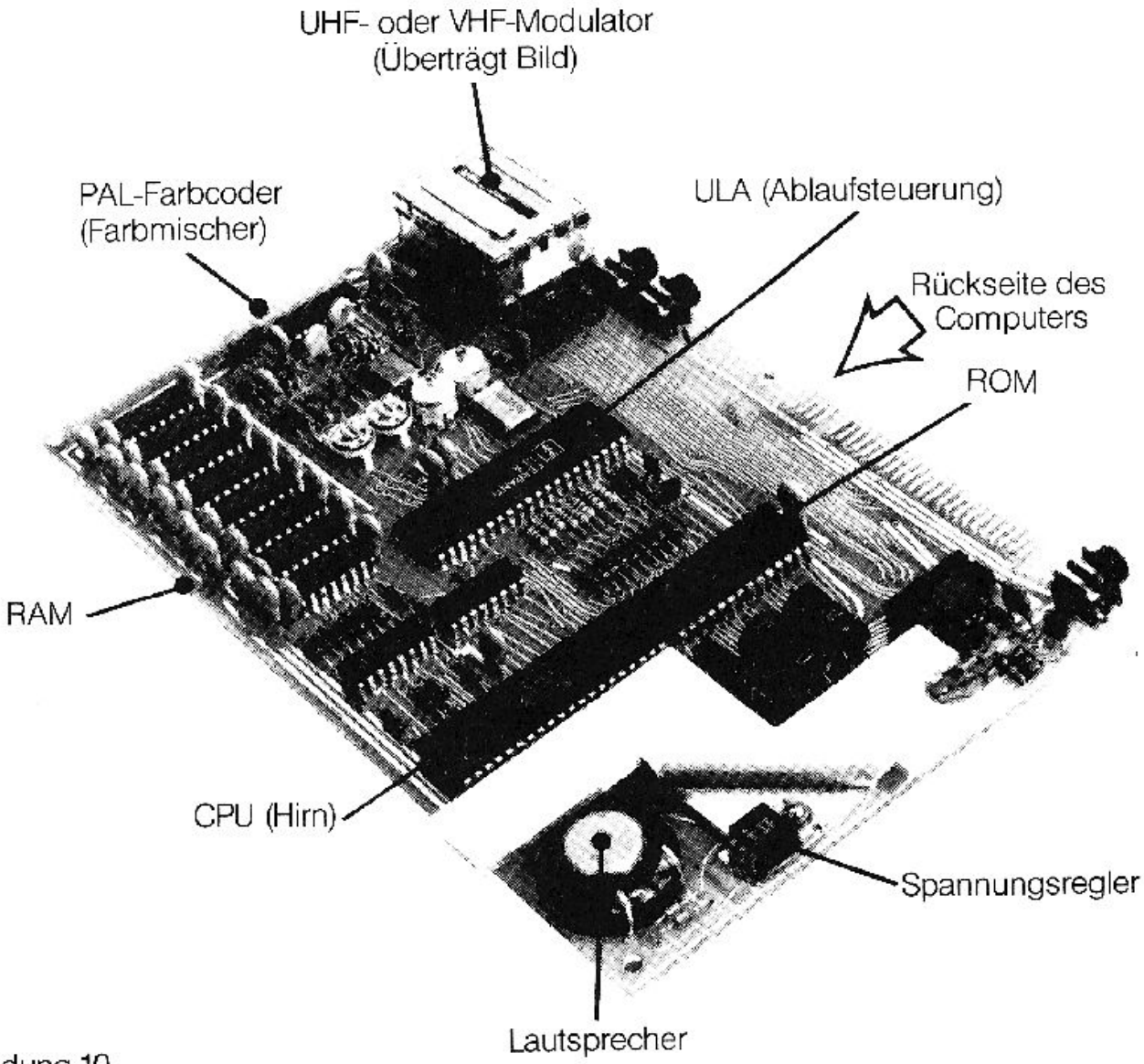


Abbildung 10

Wie Sie sehen können, wird alles durch Abkürzungen mit drei Buchstaben bezeichnet. Die schwarzen, rechteckigen Plastikkästchen mit den vielen Metallbeinen sind die integrierten Schaltungen, die in Wirklichkeit die ganze Arbeit leisten. In jedem Kästchen befindet sich ein 6 × 6 mm großes Siliciumplättchen, das mit Drähten an die Metallbeine angeschlossen ist. Auf diesem Siliciumchip sind Tausende von Transistoren angebracht, die elektronischen Schaltungen, aus denen der Computer eigentlich besteht.

Das Gehirn hinter dem Ganzen ist der Mikroprozessor, oft auch (vor allem bei großen Computern) CPU (Central Processing Unit = Zentraleinheit) genannt. Dieser Prozessorchip hier trägt den Namen Z8ØA, eine schnellere Version des bekannten Z8Ø.

Der Prozessor steuert den Computer, führt die Rechenoperationen aus, stellt fest, welche Tasten gedrückt worden sind, entscheidet, was daraufhin zu tun ist, und bestimmt im allgemeinen, was der Computer zu leisten hat. Trotz seiner ganzen Schlauheit könnte er das alles aber nie allein schaffen. Er versteht beispielsweise nichts von BASIC oder Dezimalpunktarithmetik und muß sich alle Informationen von einem anderen Chip beschaffen, dem ROM (Read Only Memory = Nur-Lese-Speicher). Der ROM enthält eine lange Liste von Befehlen, die ein Computerprogramm ausmachen und dem Prozessor mitteilen, was unter allen denkbaren Umständen zu tun ist. Dieses Programm ist nicht in BASIC geschrieben, sondern im sogenannten Z80-Maschinencode, und hat die Form einer langen Folge von Zahlen. Es gibt davon insgesamt 16384 (16*1024), der Grund dafür, warum ZX Spectrum-BASIC manchmal 16K-BASIC genannt wird – 1 K umfaßt 1024 Bytes.

Obwohl es in anderen Computern ähnliche Chips gibt, ist diese spezielle Folge von Befehlen nur dem ZX Spectrum eigentümlich und eigens für ihn geschrieben worden.

Die acht Chips daneben dienen der Speicherung. Sie bilden das RAM (Random Access Memory = Speicher mit wahlfreiem Zugriff), und es gibt noch zwei weitere Chips, die eng mit ihnen zusammenwirken. Im RAM speichert der Prozessor Informationen, die er behalten will, alle BASIC-Programme, die Variablen, das Bild für den Fernsehschirm und verschiedene andere Dinge, die den Zustand des Computers überwachen.

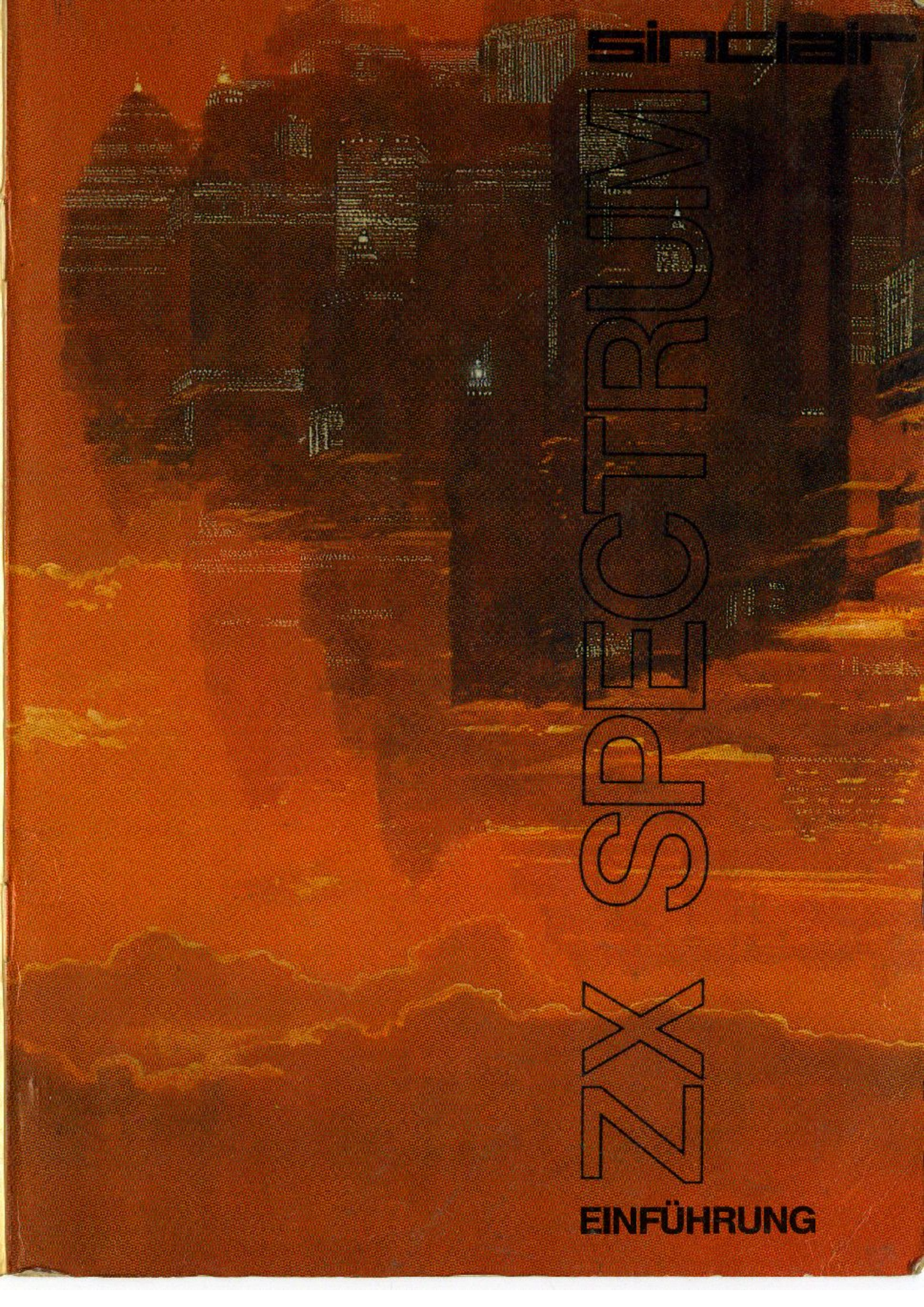
Der große Chip ist der ULA (Uncommitted Logic Array = freie logische Anordnung)-Chip. Er wirkt eigentlich als das 'Kommunikationszentrum' und sorgt dafür, daß alles, was der Prozessor verlangt, auch wirklich ausgeführt wird; außerdem liest er das Gedächtnis, um festzustellen, woraus das Fernsehbild besteht, und schickt die erforderlichen Signale zur TV-Schnittstelle.

Der PAL-Farbcoder besteht aus einer ganzen Gruppe von Bauteilen. Sie verwandeln den Televisions-Ausgang des Logikchips in eine für Farbfernsehen geeignete Form.

Der Regler verwandelt die leicht schwankende Spannung des Netzstroms in absolut konstante 5 Volt.

Für das erste Kennenlernen Ihres ZX Spectrum soll das genügen. Wenn Sie alle Kapitel dieser Einführung verstanden haben und tiefer in die Programmiergeheimnisse eindringen wollen, sollten Sie jetzt mit dem Handbuch weiterarbeiten.

Verlag Cooperation, München
ISBN 3-88945-010-5


sinclair
SPECTRUM
NX
EINFÜHRUNG