

# Die Taschenrechner БЗ-19М und konkret 600 - zwei sehr ähnliche, doch nicht gleiche Brüder

(Zweite korrigierte und ergänzte Ausfertigung)

Auf der Leipziger Herbstmesse 1973 stellte die amerikanische Firma Hewlett-Packard den ersten wissenschaftlichen Taschenrechner HP 35 vor (produziert ab 1972). Als Reaktion darauf entschied eine gemeinsame Regierungskommission der Sowjetunion und der DDR, ein analoges Modell für beide Volkswirtschaften zu entwickeln und zu bauen. Dabei sollte das Kombinat VEB Funkwerk Erfurt mit dem VEB Röhrenwerk Mühlhausen seine Erfahrungen bei der Herstellung von Taschenrechnern einbringen. Der sowjetische Partner, das Kiewer wissenschaftliche Forschungsinstitut der Mikroelektronik-Industrie (КНИИМП) wurde mit der Entwicklung und Pilotproduktion der erforderlichen Schaltkreise beauftragt. [siehe auch <[www.155la3.ru/k145.htm#k145ik3](http://www.155la3.ru/k145.htm#k145ik3)>, russisch]

Als Ergebnis dieser gemeinsamen Anstrengungen wurden zur Leipziger Frühjahrsmesse 1976 die wissenschaftlichen Taschenrechner konkret 600 und sein sowjetischer Bruder БЗ-19М, präsentiert. [rfe 25(1976), H. 11, S. 346]



Äußerlich unterscheiden sich beide Taschenrechner nur durch den Typaufdruck und das Typenschild auf der Unterseite. Da der gleiche Schaltkreissatz verwendet wurde, ist auch die rechen-technische Funktionalität identisch:

Erstmals für einen Taschenrechner aus der DDR hatten sie eine echte Gleitkomma-Arithmetik. Die Eingabe der Mantisse erfolgt, wie auf dem Papier, von links nach rechts, wobei das Dezimalkomma eine Anzeigestelle beansprucht, ebenso eine Vor-Komma-Null, die eingegeben werden muß. Es können bis zu sieben Stellen für die Mantisse eingegeben werden, weitere eingegebene Ziffern werden ignoriert. Der Exponent ist zweistellig. Seine Eingabe erfolgt von rechts nach links rollend, wobei die angezeigten Ziffern gültig sind. Weiterhin besteht die direkte Möglichkeit der Vorzeicheneingabe von Mantisse und Exponent.

Als einziger in Mühlhausen hergestellter Taschenrechner hatte der konkret 600 und natürlich auch der БЗ-19М, wie das Vorbild HP 35, eine Eingabelogik nach dem Prinzip der "umgekehrten polnischen Notation": Der erste Operand wird nach seiner Eingabe mittels [↑]-Taste im Registerstapel um eine Ebene verschoben. Danach der zweite Operand eingegeben und dann die mit beiden Operanden auszuführende Operation gewählt. Diese Eingabemethodik kommt ohne Klammern aus. Für kompliziertere Rechnungen besteht der Stapel aus drei Registern (x, y und z). Darüber hinaus existiert ein separater Datenspeicher [ausführliche Erläuterungen in der "Bedienungsanleitung konkret 600"]. Der Taschenrechner verfügt zur Manipulation des Registerstapels und des zusätzlichen Speichers über dafür erforderliche Tastatur-Kommandos.

Die internen Berechnungen der Mantisse erfolgen achtstellig (eine Schutzstelle). Das Ergebnis befindet sich im x-Register. Die Funktionen  $\sqrt{x}$  und  $1/x$  lassen den Inhalt des y- und z-Registers unverändert. Nach den Operationen +, -, \* und / sowie nach den trigonometrischen und Logarithmus-Funktionen sowie  $e^x$  enthalten das y- und z-Register den Inhalt des y-Registers zu Beginn der Berechnung. Nach der Funktion  $x^y$  befindet sich im y- und z-Register der Wert 2,3025851 ( $\approx 1/\log e$ ).

Hier sei auf eine Rechenschwäche der Algorithmen für die arcus-Funktionen hingewiesen. Der Fehler liegt bei einmaliger Anwendung zwar außerhalb des ingenieurtechnisch relevanten Bereichs (drei signifikante Stellen), doch ist er bei komplizierteren Ausdrücken und vierstelliger Ergebnisnutzung nicht mehr zu vernachlässigen. [siehe auch "Bedienungsanleitung konkret 600"] Ist das Rechenergebnis betragsmäßig  $\geq 1$  und  $< 10^7$ , so wird es als ganze oder gebrochene Zahl mit maximal sieben Stellen angezeigt, sonst in Exponentialschreibweise mit Mantisse und Exponent (nicht manuell wählbar).

## konkret 600

Entsprechend den Halbleitertechnologischen Möglichkeiten in der Sowjetunion zu Entwicklungsbeginn wurden für den rechen-technischen Teil drei Schaltkreise in Hochvolt-pMOS-Technik geschaffen. Die dafür erforderliche Betriebsspannung von -27 V erzeugt ein modifizierter geregelter Transverter in Summierschaltung. Seine Ausgangsspannung stockt die negative Eingangsspannung des Netztesiles bzw. der Akkumulatoren in negativer Richtung auf.

Der Schaltkreis **K165ГФ1** (ältere Bezeichnung: **K1ГФ651**) arbeitet als 4-Phasen-Taktgenerator. Die Phasen 1 und 3 werden über Transistor-Treiberstufen, die Phasen 2 und 4 direkt den anderen beiden Schaltkreisen zugeführt. Ein RC-Glied hält mit einem Transistor beim Zuschalten der Betriebsspannung für ca. 50 ms die Phase 4 auf positivem Potential. (Diese RESET-Schaltung schließt den Ausgang "Phase 4" des Taktgenerators kurz? Im Schaltplan zum БЗ-19М ist so die Phase 1 beschaltet!)

Den eigentlichen Rechnerkern, bestehend aus Arithmetik-Logik-Einheit (ALU), Mikroprogramm-Speicher (ROM) und Operativ-Speicher, enthält der Schaltkreis **K145ИК4**. Auch er erzeugt den vom K145ИК2 (konkret 400) bekannten "Rechenfehler":

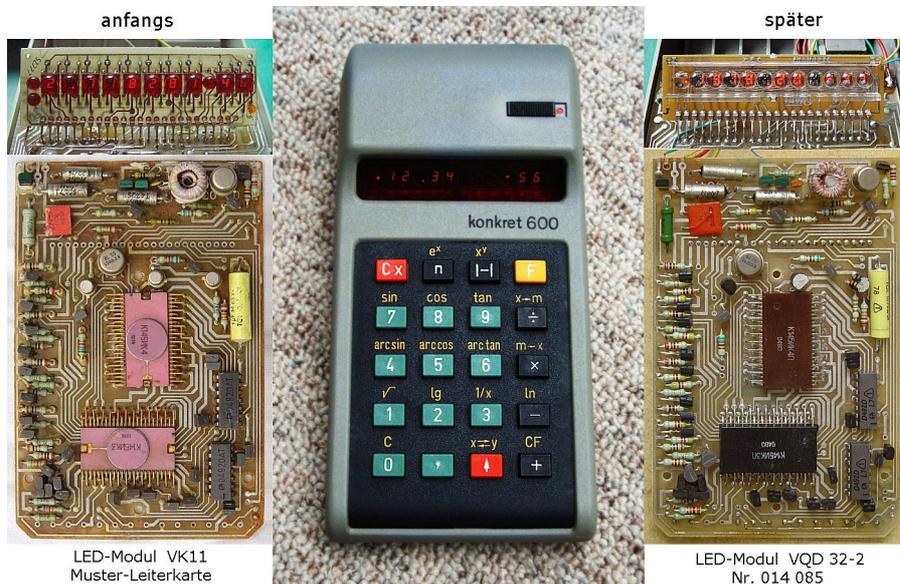
$$9,999'999'9 + 10 = 120 (!)$$

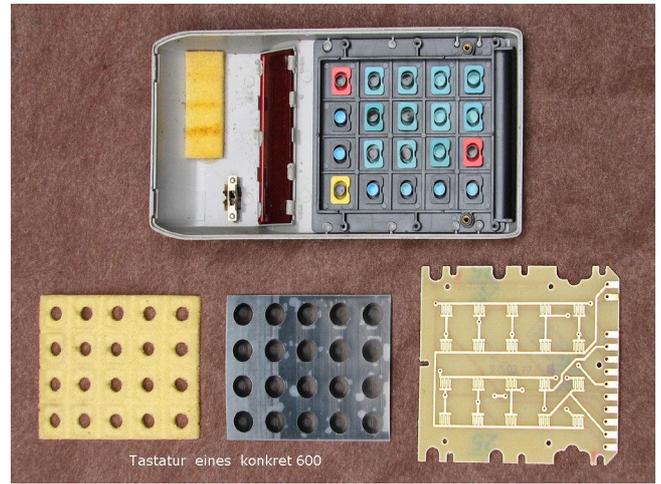
(Da beim konkret 600 nur sieben Ziffern (für die Mantisse) eingegeben werden können, muß die achte "9" durch eine Rechnung erzeugt werden, z.B. so: 9,999'999, [↑], 9, [n], [|-|], 7, [+]. Hier verweigerte sich offenbar ein Schaltkreisentwickler, denn ein rechnerischer Fehler dürfte daraus kaum entstehen.)

Die Serienproduktion der Schaltkreise K145ИК3 und K145ИК4 erfolgte zunächst bei "Квазар" in Kiew (ein dem КНИИМП zugeordneter Produktionsbetrieb für elektronische Bauelemente), später auch im Betrieb "Родон" in der Stadt Ivano-Frankowsk (Ивано-Франковск./Ukraine/Sowjetunion). Die anfangs im konkret 600 bestückten Schaltkreise hatten ein Keramikgehäuse, später wurde das preiswertere Kunststoff-Gehäuse eingesetzt (Die Schaltkreis-Bezeichnung hatte dann am Ende ein angehängtes П). [[www.155la3.ru/k145.htm#k145ik3](http://www.155la3.ru/k145.htm#k145ik3)], russisch]

Der Schaltkreis **K145ИК3** organisiert die Eingabe und Anzeige. Die dekodierten Stellensignale ziehen über Treiberstufen mit D492 die Stellen-Eingänge des LED-Anzeigemoduls auf die negative Eingangsspannung bzw. der Akkumulatoren. Die D492-Eingänge sind durch separate Dioden geschützt. Die Stellensignale werden auch für die Tastaturabfrage genutzt. Mittels diskreter Transistorstufen werden die Segment-Eingänge der Anzeige mit Strom aus der positiven Betriebsspannung gespeist. Dabei sind die Treiberstufen für die negativen Vorzeichen anders dimensioniert.

Als LED-Anzeigemodul kamen sowohl der Typ VK11 mit zehn VQB37 und drei VQA12 [z.B. noch bei Gerätenummer. 008 879], als auch Typ VQD32-2 [z.B. bei Gerätenummer. 013 093] aus dem VEB Werk für Fernseh-elektronik Berlin zum Einsatz. Beide Module sind Pin kompatibel. Eine zu geringe Restkapazität der Akkumulatoren-batterie wird von einer diskreten Schaltung detektiert, die dann alle Dezimalpunkte zum Leuchten bringt. (Als Vergleichsnorm dient die Flußspannung von fünf Siliziumdioden SAY 30.) Das nun erforderliche 14stündige Laden kann auch im Rechen-Betrieb erfolgen. Der Lade-Schalter befindet sich am Netzteil, eine rote LED ganz links in der Anzeige markiert den Ladevorgang.





Erstmalig kam für die Tastatur eine leitfähige Elastomer-Matte zum Einsatz. Grundlage dafür war eine auf der 17. Zentralen Messe der Meister von Morgen 1974 als Jugendobjekt des VEB Elektro-schaltgeräte Auerbach/Vogtland gezeigte Lösung.

[ - : "Zur Zentralen MMM 1974"; rfe 24(1974) H.3, S.103]

Beim Drücken einer Taste werden zwei als Kamm ausgebildete Leiterzüge auf der Tastatur-Plattine elektrisch verbunden. Eine zwischen Leiterkarte und Leitgummi-Matte gelegte Kunststoff-Schablone erzeugt den Schaltabstand. Die Verbindung zwischen Tastatur- und Rechner-Leiterkarte wurde auf eine Steckerlösung umgestellt (ähnlich dem "Vorbild" HP 35).

Es wurden vier sich leicht unterscheidende Tastatur-Leiterkarten gefunden. Alle tragen die abweichende Zeichnungsnummer 02\_00\_006 und wurden im VEB Kontaktelemente und Spezialmaschinenbau Gornsdorf (KSG) hergestellt. Die Leiterzugbilder sind weitgehend gleich, nur der Goldeinsatz wurde auffällig verringert.

Die Rechner-Leiterkarte hat die Zeichnungsnummer 4484.991-01902 und die Postennummer 53541. Sie ziert das alte Gornsdorfer Firmensymbol (unter dem LED-Anzeigemodul). Es wurde nur eine Ausführung der Leiterkarte selbst gefunden, allerdings unterschiedlich bestückt [s.o.]. Die Umstrukturierung der DDR-Elektronikindustrie spiegelt sich sowohl im Typenschild, als auch in der Bedienungsanleitung und Garantieurkunde wider: Während zu Produktionsbeginn dort die Zugehörigkeit zum Kombinat Funkwerk Erfurt dokumentiert war [z.B. bei Nr. 003 775], stand bei späten Exemplaren [z.B. bei Nr. 013 093] bereits VEB Kombinat Mikroelektronik. Der Aufdruck auf der Verkaufskartonage blieb dagegen unverändert. (Eine 1976er Auflage von Bedienungsanleitung und Garantieurkunde lag bis Redaktionsschluß nicht vor.)

Vom konkret 600 wurden von 1976 bis 1980 mehr als 19 000 Stück produziert. Als Gehäusefarben wurden "weiß" und mehrere Grautöne gefunden. Auch das Blau der Zifferntasten variierte (vermutlich aber wegen längerer Lichteinwirkung). Er kam in einer Kartonage (26\*11\*6 cm, außen teilweise aus dunklem roten Velour mit "Gold" geprägter Beschriftung) in den Handel.

Diese trug die Aufschrift "Taschenrechner" und enthielt neben dem Taschenrechner das zugehörige Steckernetzteil, die Bedienungsanleitung, die Garantieurkunde und ein meist braunes Kunstleder-Etui für den Taschenrechner. Der konkret 600 sollte anfangs 1600,-M einschließlich Netzteil kosten. [Angebot vom VEB Robotron-Vertrieb Dresden, 24.11.1976] (Preischilder auf einer Verpackung oder Rechnungen wurden bis Redaktionsschluß nicht mehr gefunden.)



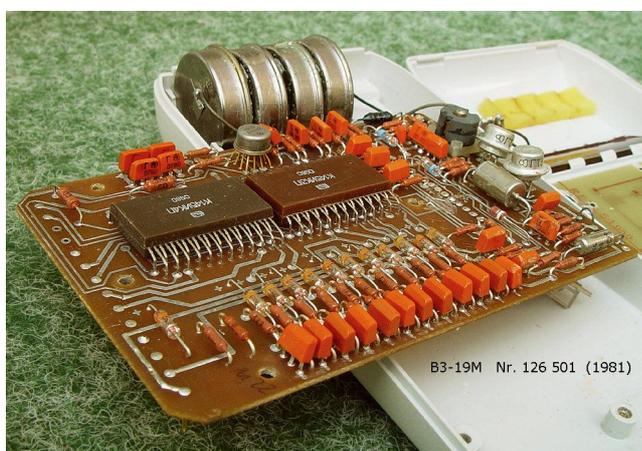
## Б3-19М

*Alle hier getroffenen Aussagen und angegebenen Daten beruhen auf der Analyse nur zweier, dafür zur Verfügung gestandener Exemplare sowie der Auswertung von Fotos weiterer. Produktionsunterlagen oder Berichte von Leitungspersonal aus Mühlhausen lagen nicht vor. Angaben zu den sowjetischen Herstellerbetrieben sind für Ausländer offiziell erst nach dem Ende der Sowjetunion zugänglich. Davor waren in öffentlichen Dokumenten nur die Herstellersymbole zu finden.*

Hier war jedoch ein Entwicklungsziel, daß alle elektronischen Bauteile aus sowjetischer Produktion kommen sollten. Daraus ergaben sich Veränderungen in der Beschaltung der ICs und auch eine andere Rechnerleiterkarte. Das Leiterzugbild wurde scheinbar in Mühlhausen entworfen, denn es entspricht den Vorgaben der damals gültigen DDR-Standards (TGL) und weicht so von einem sowjetischen ab. Über die Produktionsjahre wurden vier leicht unterschiedliche Leiterkarten gefunden. Die Älteste [z.B. bei Nr. 12 541] zeigt keine sichtbare Hersteller-Symbolik. Sie ist scheinbar von Hand gezeichnet, durch relativ dünne Leiterzüge charakterisiert und hat keine Korrekturen. Die weiteren Leiterkarten tragen die Zeichnungsnummer 4484.990-02902. Zunächst wurden dann solche mit der Postennummer 50524 aus dem VEB Kontaktelemente und Spezialmaschinenbau Gornsdorf verwendet. Auf ihnen befinden sich das alte Gornsdorfer Firmensymbol und mindestens zwei falsche Leiterzug-Verbindungen (durch nachträgliche manuelle Durchtrennung und Drahtbrücken korrigiert) [noch bei Nr. 58 385]. Das neue Gornsdorfer Signet zielt die nachfolgende Variante bei gleicher Postennummer. Unterbrechungen und Drahtbrücken sind nicht mehr erkennbar. Zuletzt [z.B. bei Nr. 126 501] kam eine Leiterkarte aus dem VEB Elektrophysikalische Werke Neuruppin (EPN) mit der Postennummer 50524 zum Einsatz. Man findet wieder nachträgliche Leiterzug-Unterbrechungen, Drahtbrücken oder unterschiedliche Bauelemente (stets im Bereich "RESET"). Die Bestückung erfolgte, wie auch die Endmontage und Komplettierung des Б3-19М in der Svetlowodsker Fabrik "Калькулятор" (Светловодск/Ukraine/Sowjetunion), ein dem КНИИМП zugeordneter Produktionsbetrieb.

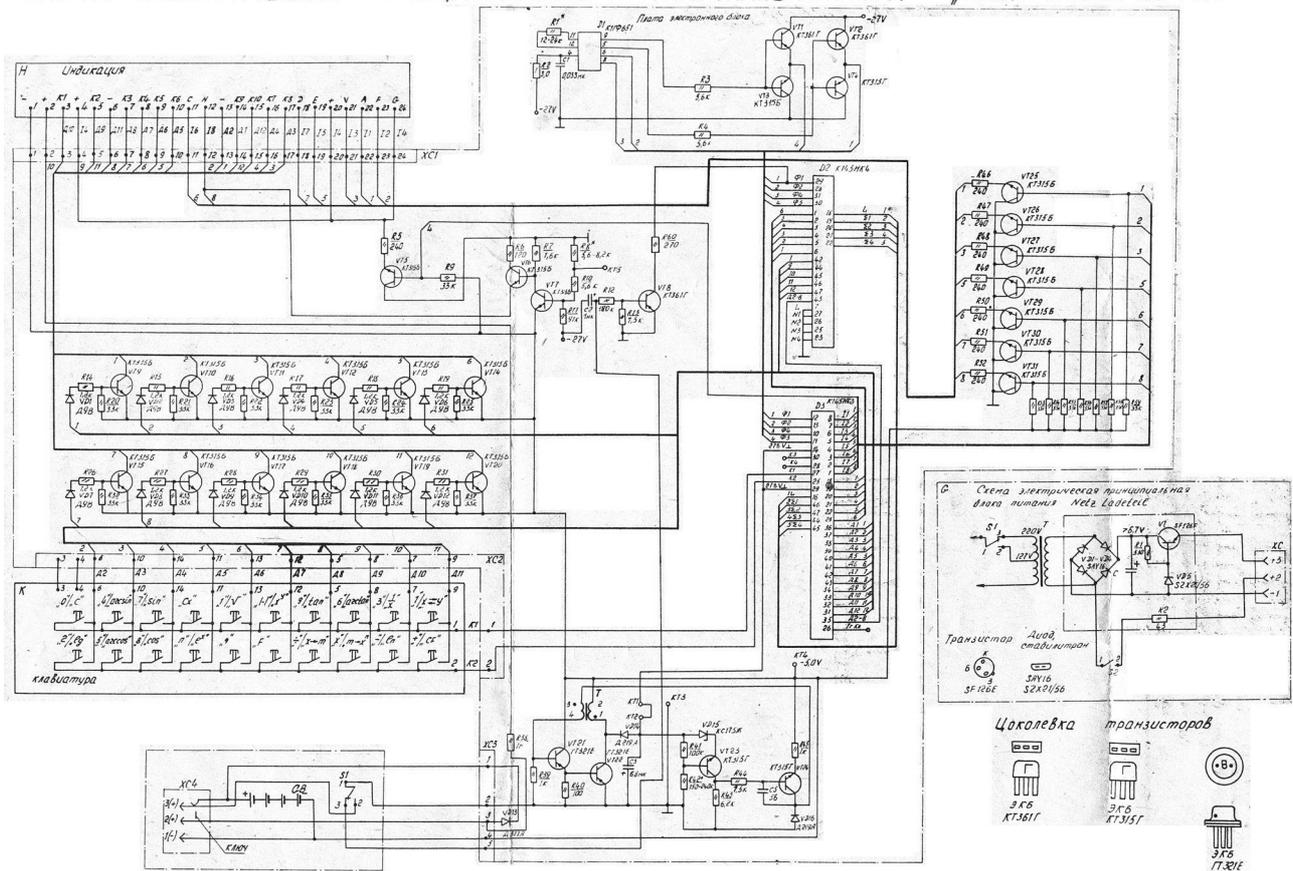
Die Betriebsspannung der Schaltkreise von -27 V erzeugt ein als Sperrschwinger arbeitender Transverter, bestückt mit zwei npn-Silizium-Transistoren in der Regelstufe und zwei Germanium-Schalttransistoren ГТ321 in der Treiber- und Endstufe.

Es ist die gleiche RESET-Schaltung bestückt, wie im Schaltplan gezeichnet und im konkret 600 realisiert, doch soll sie hier die Phase 1 beim Einschalten auf der positiven Betriebsspannung halten (so wie im Prinzipschaltplan vorgesehen). Offensichtlich gab es in diesem Schaltungsteil Probleme mit der Funktionstüchtigkeit, denn es sind mehrere Varianten aufzufinden, z.B. ist sie nachträglich mittels Leiterzug-Durchtrennung unwirksam gemacht! [z.B. bei Nr. 126 501] Auch die Beschaltung des 4-Phasen-Taktgenerators К165ГФ1 ist unterschiedlich ausgeführt: Neben der Schaltplan-Version (wie beim konkret 600) mit einem 33 nF-Kondensator zwischen Anschluß 1 und 4 wurde dort auch ein 3 MΩ-Widerstand (!) gefunden bzw. gar nichts.



Die Segment-Eingänge des LED-Anzeigemoduls werden über Treiberstufen mit npn-Silizium-Transistoren mit Strom aus der positiven Betriebsspannung versorgt. Beim Б3-19М treiben ebenso Transistorstufen auch den Strom für die Stellen aus der negativen Eingangsspannung bzw. der Akkumulatoren. (Der Typ aller npn-Silizium-Transistoren ist im Schaltplan mit KT315 angegeben. Für die pnp-Transistoren findet sich dort KT361. Alle Transistoren sind entweder gar nicht bedruckt oder tragen nur das Herstellersignet, hier für "Квазар" in Kiew, und den Produktionszeit-Kode)

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРА „ЭЛЕКТРОНИКА Б3-19М“



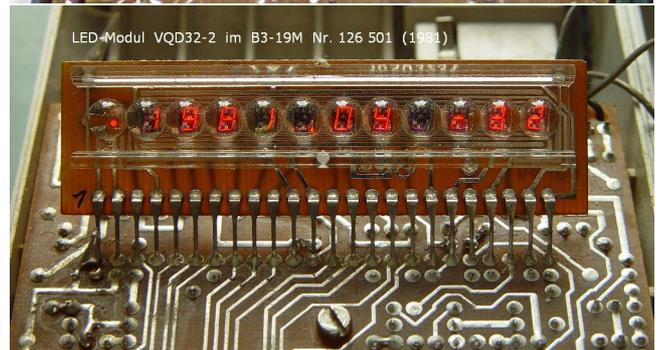
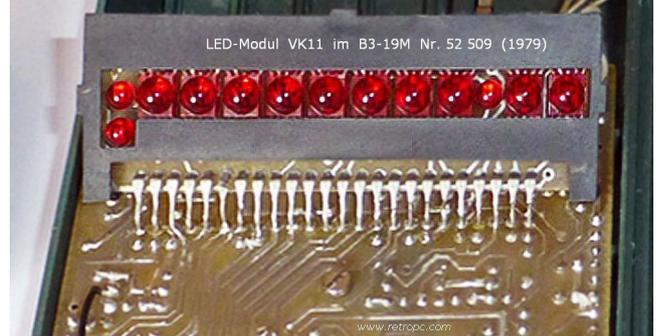
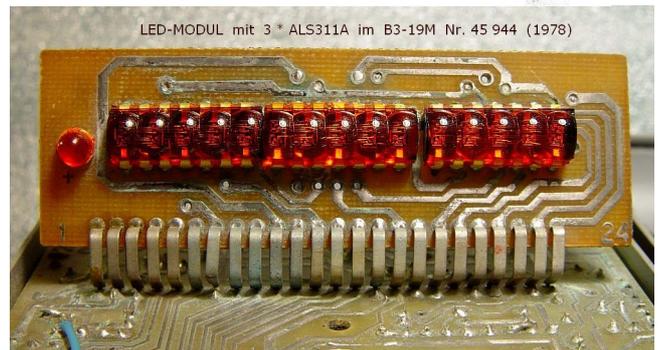
Diese Transistoren haben eine Bauform (Abstand der Anschlüsse 2,5 mm in Reihe), die ein einfacheres Leiterzugbild zuläßt und zugleich die Bestückung erleichtert.)

Es wurden in den B3-19M bisher drei verschiedene LED-Anzeigemodule gefunden:

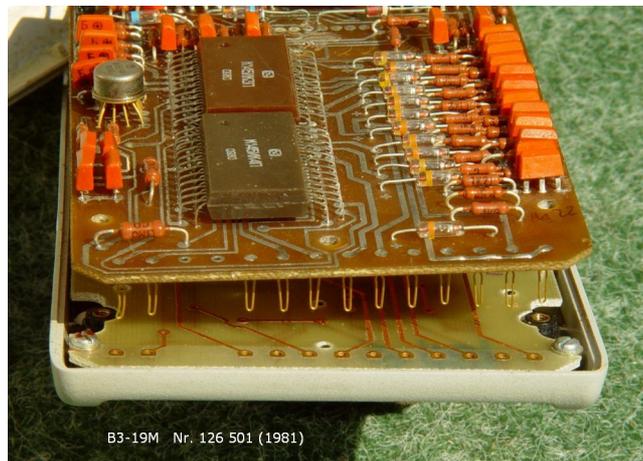
Anfangs kamen wechselweise eine Leiterkarte, bestückt mit drei sowjetischen fünfstelligen LED-Modulen АЛС311А und einer einzelnen roten LED, [z.B. bei Nr. 45 944] oder VK11-LED-Module aus dem VEB Werk für Fernsehelektronik Berlin [z.B. bei Nr. 12 541 und 52 509] zum Einsatz. Später wurden dann die preiswerteren Berliner VQD32-2-Module eingelötet [z.B. bei Nr. 137 314].

Der Schaltungsteil zur Detektion einer zu geringen Restkapazität der Akkumulatoren ist hier als einfacher Spannungsteiler mit zweistufiger Verstärkung ausgebildet und bringt dann alle Dezimalkommas zum Leuchten. Der Taschenrechner ist nun 14 Stunden zu laden.

Das gesamte Oberteil des B3-19M einschließlich der Tastaturbaugruppe ist augenscheinlich in Mühlhausen gefertigt worden. Die Tastatur-Leiterkarte trägt wie beim konkret 600 die Zeichnungsnummer 02\_00\_006 und wurde im VEB Kontaktelemente und Spezialmaschinenbau Gornsdorf hergestellt. Auch hier gibt es analog zum konkret 600 leicht unterschiedliche Ausführungen, was den Goldeinsatz betrifft.



Für den Betrieb am 220V-Netz sowie zum Laden der Akkumulatoren-Batterie kommt das im VEB Röhrenwerk Mühlhausen entwickelte und hergestellte große konkret-Steckernetzteil zum Einsatz. Es enthält neben dem Transformator einen Gleichrichter mit Si-Dioden in Vollbrückenschaltung, den Ladekondensator und einen mit einer Z-Diode stabilisierten Transistor-Längsregler. Dieses Steckernetzteil ist ausreichend dimensioniert und kann im Rechen-Betrieb auch gleichzeitig zum Nachladen der NiCd-Akkus genutzt werden. Der Ladevorgang wird mit dem eingebauten Schalter gesteuert. Die "Ladeschaltung" im Taschenrechner besteht nur aus einer Diode, deren Funktion es ist, das Laden mittels einer roten LED ganz links in der 7-Segment-Anzeige zu melden. Die eingebauten NiCd-Akkumulatoren in Knopfzellen-Form (Durchmesser 32 mm, Höhe 8 mm) mit einer Kapazität von 550 mAh waren aus sowjetischer Produktion.



B3-19M Nr. 126 501 (1981)

Der B3-19M wurde anfangs in einer aufklappbaren Kunststoffbox verkauft, die auch das Netzteil enthielt. (In die später anzutreffende Verpackung [z.B. bei Nr. 73 331] paßt diese jedoch nicht hinein.) Zum Schutz des Taschenrechners gab es dann ein mit einem Reißverschluß versehenes Kunstleder-Etui. Außer den vom konkret 600 bekannten Grautönen wurde auch ein B3-19M mit einem orange Gehäuse gefunden [bei Nr. 103 826]. Bei einem (?) anderen fehlte das "M" in der Typbezeichnung. 1977 kostete er 240 Rbl (ca. 770 M), für Ende 1981 ist ein Preis von 65 Rbl bekannt.

Dazu gab es eine russische Bedienungsanleitung mit Garantieurkunde und einen Prinzipschaltplan. Er wurde mit "made in GDR" beworben. Aus den einzelnen Herstellungsjahren sind B3-19M mit folgenden Gerätenummern nachgewiesen worden:

12 541 (03'77), 45 944 (12'78), 73 331 (11'79), 112 085 (12'80), 137 314 (05'81) und 146 106 (12'82).

*Vorstehender Beitrag stellt einen bearbeiteten Auszug aus der bisher unveröffentlichten "Dokumentation zu den in der DDR hergestellten Taschenrechnern" dar und basiert auf meinem momentanen Kenntnisstand (Sommer 2020). Ich bin deshalb dankbar für Hinweise auf fachliche Fehler und Ergänzungen.*  
<sbkae@gmx.de>



Netzteil für konkret 200, 400, 600 und B3-19M

Nr. 097 541



B3-19M

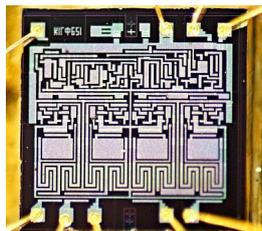
ЗАВОДСКОЙ № 127214  
ДАТА ИЗГОТОВЛЕНИЯ 0381  
БВ 0.8ВУ  
ЦЕНА 65 РУБ 68

**Für Interessierte hier noch Fotos aus dem internet:**

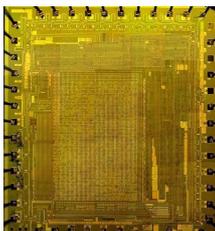
<[www.155la3.ru/k145.htm#k145ik3](http://www.155la3.ru/k145.htm#k145ik3)> - Chipfotos bzw.

<[www.leningrad.su/museum/show\\_big.php?n=128](http://www.leningrad.su/museum/show_big.php?n=128)> für die Kunststoffbox

**K165ГФ1**



**K145ИК3**



**K145ИК4**

