

C64 intim

Dem C64 auf die ICs geschaut. Machen Sie sich mit uns auf die Reise durch die Hardware des neuen C64.

von Hans-Jürgen Humbert

Inzwischen sind vom C64 die unterschiedlichsten Platinenversionen gebaut worden. Von der neuesten haben wir uns den Schaltplan beschafft. Wir veröffentlichen ihn in überarbeiteter Form erstmals vollständig in dieser Ausgabe. Der uns von Commodore zugesandte Plan war leider nicht in der Ursprungsform zu gebrauchen. Selbst diese große Computerfirma besitzt den Schaltplan nur handgezeichnet. Nach mehrtägiger Arbeit war es dann geschafft. Nun können wir ihn in lesbarer Form unseren Lesern vorstellen.

Die Stromversorgung

Zunächst das Netzteil: Als Besonderheit besitzt diese interne Stromversorgung einen etwas merkwürdigen Schalter. Dieser legt beim Ausschalten die Betriebsspannung über einen 10- Ω -Widerstand an Masse. Die Kondensatoren im C64 werden durch diesen Schaltungskniff schlagartig entladen. So sind die wertvollen Computerbausteine vor falschen Spannungen sicher geschützt. Auch die RAMs verlieren ihre gespeicherten Werte sehr schnell. Mit einer Spannungsverdopplung wird die höhere Betriebsspannung für den SID und den VIC gewonnen. Je nach Ausführung des C64 wird für ZD.1 immer eine andere Version eingesetzt.

Die Versionen mit dem SID 6581 brauchen als Hilfsspannung 12 Volt, so daß hier eine 12,6-Volt-Z-Diode zum Einsatz kommt. Besitzt Ihr C64 allerdings einen 8580, wird an dieser Stelle eine 9,6-Volt-Z-Diode eingebaut. Mit den unvermeidlichen Spannungsverlusten im Längstransistor ergibt sich die gewünschte Spannung von 9, bzw. 12 Volt. Zusätzlich braucht der 8580 noch einen Pull-down-Widerstand an seinem Ausgang.

Die Joystick-Ports

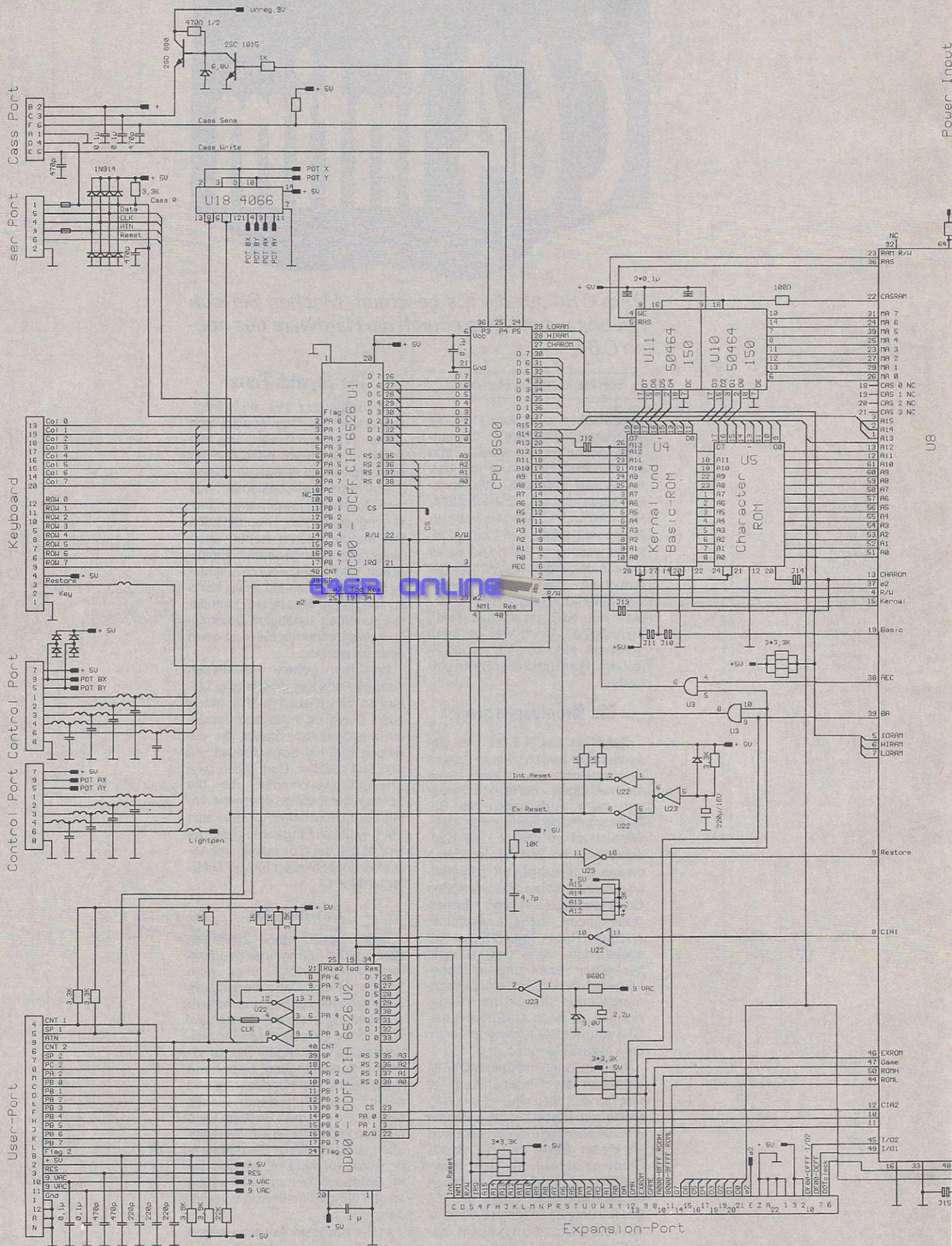
Im Gegensatz zur alten Platinenversion hat Commodore sich etwas einfallen lassen, um die wertvolle CIA mehr oder weniger wirkungsvoll zu schützen. Diese Schutzbausteine bestehen aus zwei Spulen mit jeweils einem zwischengeschalteten Kondensator. Die Kondensatoren haben allerdings die unangenehme Eigenschaft öfters mal »durchzuschlagen«. Dann ist ein Kurzschluß gegen Masse und simulieren so einen betätigten Joystick. Das entsprechende Filter ist dann auszutauschen.

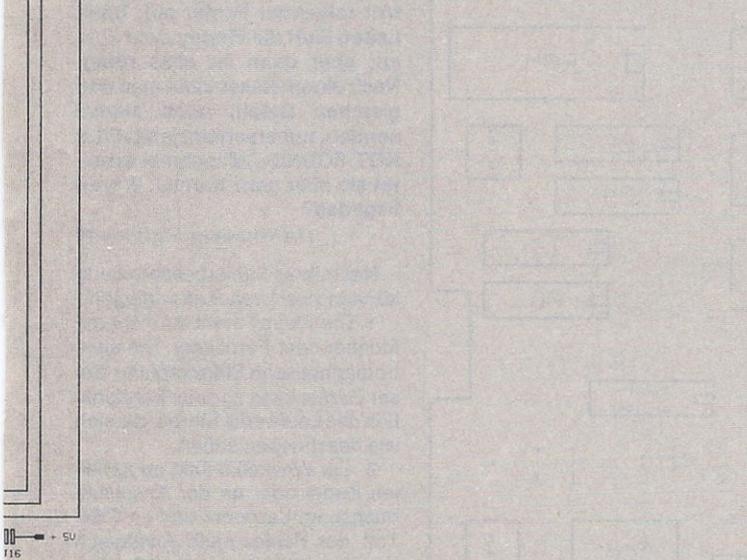
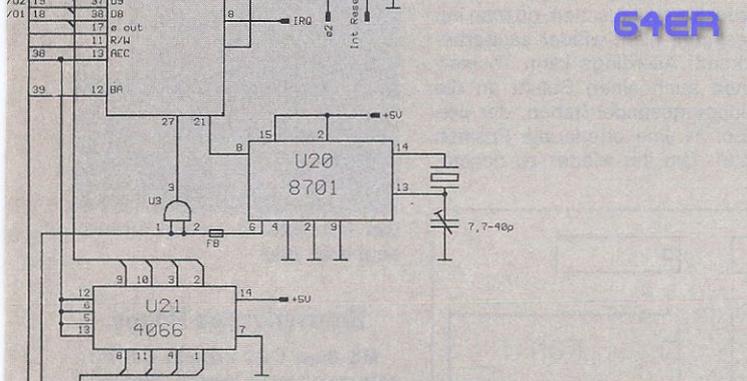
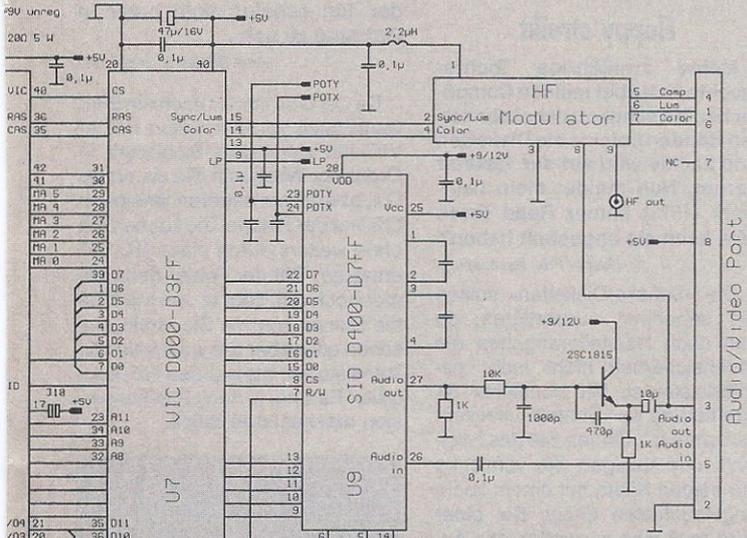
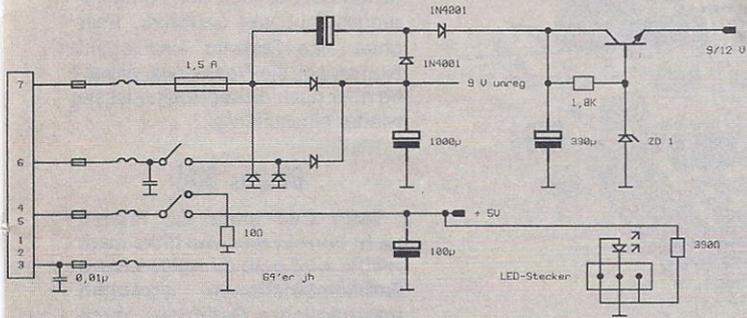
Weiterhin gehen von diesen Kontroll-Ports aus jeweils zwei Leitungen zum Baustein U18, einen 4066. Dieser ist nichts anderes als ein analoger Umschalter, der die beiden Signale abwechselnd auf den SID schaltet. Dort sitzen zwei Analog/Digital-Wandler, die die Abfrage der Paddles übernehmen. Mit dem Umschalter werden also zwei weitere Eingänge geschaffen, so daß der C64 insgesamt Anschlußmöglichkeiten für vier Drehregler bietet.

Die Tastatur

Diese besitzt einen 20poligen Stecker. Die Abfrage der gedrückten Tasten erfolgt über eine 64fache Matrix. Dabei fragen acht Leitungen die Reihen und weitere acht Leitungen die der Spalten ab. Wenn Sie die Restore-Leitung weiterverfolgen gelangen Sie zu einem Differenzglied, bestehend aus einem 4,7 pF Kondensator und einem 10-k Ω -Widerstand. Dieses bewirkt, daß die Restore-Taste nicht so leichtgängig wie die restlichen ist. Vergleichen Sie den Kondensator auf 1000 pF, werden Sie im Gebrauch keinen Unterschied zu den übrigen Tasten mehr vorfinden.

In der nächsten Ausgabe folgen dann die restlichen Baugruppen der neuen Platine des C64.





64ER ONLINE

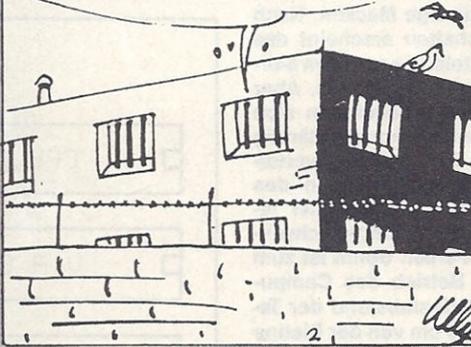
WAR EINE STARKE LEISTUNG, DEN CODE DES SPARKASSEN-COMPUTERS ZU KNACKEN!



DENEN HABEN WIR GANZ SCHÖN DIE DATEN DURCH-EINANDERGEWIRBELT!



WANN SIE UNS WOHL WIEDER RAUSLASSEN?



KOSINUS
von GUBA & ULLY

von Hans-Jürgen Humbert

In der letzten Ausgabe haben wir den Schaltplan des C64 in der neusten Version veröffentlicht. Für Erklärungen blieb leider nicht viel Platz. Deshalb folgt hier nun die genaue Beschreibung der einzelnen Funktionsblöcke im Computer.

Die CIA 2

Unten links im Schaltplan (siehe Ausgabe 7/92) befindet sich der User-Port. Die Pins 1, 12, A und N sind mit der Computermasse verbunden. Auf Pin 2 liegt die Betriebsspannung von 5 Volt. Die Pins 10 und 11 führen 9 Volt Wechselspannung, die von einigen Erweiterungen am User-Port benötigt wird. Die Anschlüsse C - L führen zum frei programmierbaren Port B der CIA 2. Sie lassen sich sowohl als Ausgang, wie auch als Eingang schalten. Verantwortlich hierfür zeichnet das Datenrichtungsregister in der CIA (siehe CIA-Kurs in den vorangegangenen Ausgaben). Vom Port A bleibt nur eine frei nutzbare Leitung übrig PA 2. Sie führt zum Pin M. Flag 2 (B) und PC (8) dienen als Handshake Ein- bzw. Ausgänge für die parallele Datenübertragung. SP dient als serieller Ein- bzw. Ausgang und ist für den Anwender ebenfalls frei zugänglich. Port A ist bis auf die schon erwähnte Leitung PA 2 im seriellen Datenaustausch des C64 fest eingebunden. Über entsprechende Treiberbausteine (U 22) ist dieser Port mit dem seriellen Bus verbunden. Drei Ein- bzw. Ausgänge sind auch am User-Port verfügbar, davon wird jedoch nur der Anschluß ATN von der CIA gesteuert. Die beiden anderen sind mit der CIA 1 verbunden. Hier befindet sich die RS232-Schnittstelle, die aber keinen normgerechten Pegel liefert. Eine direkte Verbindung mit anderen RS232-Schnittstellen ist für diese Bausteine tödlich. Hier schafft nur ein Pegelwandler Abhilfe. Weiterhin enthält die CIA eine Echtzeituhr, die über den Eingang Tod mit der Netzfrequenz von 50 Hertz getriggert wird. Leider enthält das Betriebssystem des C64 keine diesbezüglichen Routinen, so daß hier noch Raum für eigene Experimente besteht. Über den Datenbus kommuniziert die CIA mit der CPU. Die Adreßleitungen RS 0 - RS 3 wählen die internen Register der CIA aus. Der Eingang R/W bestimmt ob die CPU Daten lesen oder schreiben will.

Die Control-Ports

Direkt über dem User-Port befinden sich auf dem Schaltplan beide Control-Ports. Hier können sowohl Joysticks, als auch Paddles und Lightpens angeschlossen werden. Über Sicherheitsbauteile, beste-



Der Schaltplan des C64 ist gar nicht so kompliziert, wenn er in kleine Teile gegliedert wird. Sofort wird das Zusammenspiel der einzelnen ICs verständlich. Folgen Sie uns auf einem Streifzug durch die Hardware des C64

hend aus zwei Spulen mit jeweils einem Abblockkondensator, gelangen die Signale zur CIA 1. Sie sind der Tastatur parallel geschaltet. Ein defekter Joystick blockiert deshalb in den meisten Fällen auch die Eingabe von Zeichen. Da der C64 mit einer Wiederholfunktion für die einzelnen Zeichen ausgestattet ist, schreibt bei Dauerkontakt der Computer ständig ein oder mehrere Zeichen auf den Bildschirm. Ein durchgeschlagener Kondensator im Sicherheitsbauteil bewirkt den gleichen Effekt. Hier hilft nur ein Austausch des betreffenden Bauteils. Der Control-Port 1 hat zusätzlich parallel zum Feuerknopf einen Lightpen-Eingang,

dieser führt direkt zum VIC. Dort wird die Stellung des Lichtgriffels ausgewertet und kann über eine Speicherstelle abgerufen werden.

Die Anschlüsse 5 und 9 dienen zum Anschluß eines Drehreglers. Vom Port werden sie nicht direkt zum SID geführt, der auch die Auswertung vornimmt, sondern gehen erst noch über den IC U18, einen 4066. Dieser schaltet, gesteuert von der CIA 1, beide Ports gegeneinander um. So lassen sich jeweils zwei Drehregler an einem Port, d.h. also insgesamt vier Paddles anschließen. Die Paddles-Anschlüsse an Joystick-Port 2 sind zusätzlich noch über Dioden geschützt. Sie begrenzen die maxi-

mal anliegende Spannung auf 0,7 Volt.

Der Tastaturstecker

Die Abfrage der Tastatur und Joysticks erfolgt ganz allein von der CIA 1. Alle Tasten sind in einer 8 x 8-Matrix angeschlossen. Port A der CIA bedient die Spalten der Matrix. Sie ist als Ausgang geschaltet. Port über die Abfrage der Reihen. Durch eine ausgeklügelte Software weiß die CPU ganz genau, welche Taste gerade gedrückt wird. Die Abfrage fast aller Tasten erfolgt in dieser Matrix im Interrupt. Nur die Restore-Taste besitzt einen eigenen Anschluß.

Dieser führt über ein Differenzglied, bestehend aus einem 4,7-pF-Kondensator und einem 10-k Ω -Widerstand. IC U23, ein 74LS14, macht aus diesem kurzen Spannungssprung ein definiertes Signal welches über den Multi-funktions-IC in eine Unterbrechungsanforderung für die CPU umgewandelt wird. Der Kondensator ist sehr klein gewählt, so daß die Restore-Taste relativ schwergängig ist. Durch Parallelschalten eines 1000-pF-Kondensators zu dem 4,7 pF wird dieses Manko beseitigt. Sowohl die Paddle-Umschaltung, als auch die Joystickabfrage wird parallel zu der Tastenabfrage durchgeführt.

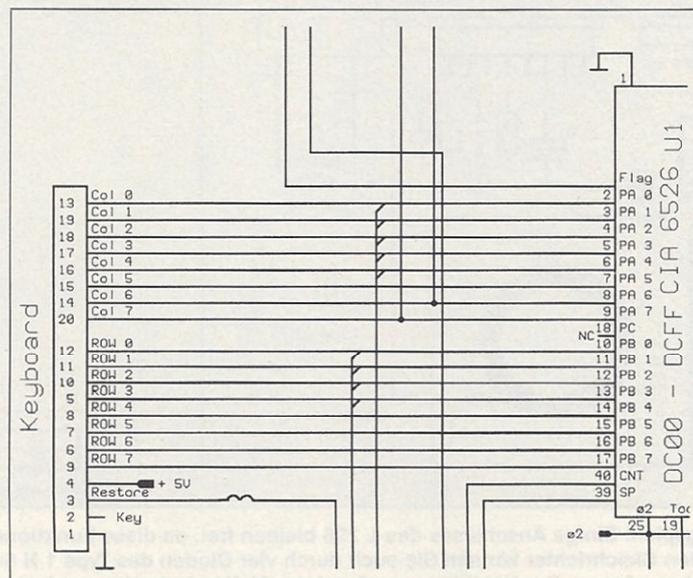
Anschluß 2 des Tastatursteckers ist nicht belegt. Er erfüllt eine Art Schlüsselfunktion. Durch diese freie Stelle wird ein falsches Einstecken der Buchse wirkungsvoll verhindert.

CIA 1 verfügt wie CIA 2 über eine integrierte Echtzeituhr. Beide Tod-Anschlüsse der CIAs sind parallel geschaltet. U 22 bereitet mit Hilfe des 860- Ω -Widerstandes und der Z-Diode das 50-Hertz-Signal für die Echtzeituhren auf.

RS 0 - RS 3 übernehmen die Auswahl der internen Register der CIA. Diese Register nehmen beim Einschalten einen willkürlichen Zustand an. Deshalb müssen die CIAs, wie alle halbintelligenten Bausteine, einen Reset-Impuls bekommen. Er versetzt die internen Register in einen definierten Zustand. Jetzt erst kann das IC seine reguläre Tätigkeit aufnehmen.

Der serielle Port

Dieser wird wiederum von der CIA 2 gesteuert. Acht Schutzdioden helfen mehr oder weniger, die empfindliche Elektronik vor Störspannungen und Fehlbedienungen zu bewahren. Besonders allergisch reagieren diese Bausteine bei Herausziehen des seriellen Kabels während der Datenübertragung. Meistens stirbt einer der Treiber-ICs. Entweder der im C64 oder der in dem Laufwerk. Die Schutzdioden sind dann auch überfordert.



Die Tastatur wird über CIA 1 gesteuert

Der Cassetten-Port

Dieser wird ohne die Hilfe anderer Bausteine direkt von der CPU gesteuert. Der Leistungstransistor 2 SD 880 sorgt für den nötigen Strom durch den Cassettenmotor. Da die Ansteuerleistung der CPU für diesen Transistor nicht ausreicht, wurde dem 2 SD 880 ein Treibertransistor vorgeschaltet. Dieser Transistor hat die Typenbezeichnung 2 SC 1815. Beide Transistoren stammen aus japanischer

hält diesen Impuls. Jetzt erst beginnt sie mit der Abarbeitung ihrer Reset-Routine. Der Adreßzähler springt an die Stelle FFEF im Adreßraum, wo die Einsprungadressen der eigentlichen Routine abgelegt sind.

Der Speicher

In der neuen Platinenversion des C64 befinden sich nur noch zwei Speicherchips (U11 und U10). Sie können jeweils vier Bit speichern. Ihr Adreßraum liegt zwi-

irreparabel auf den C64 aus. Lösen sich diese aber erst einmal ab, hat der Computer nur noch Schrottwert.

Der VIC

Dieser Baustein sorgt nicht nur für ein hervorragendes Bild, sondern erzeugt nebenbei noch den kompletten Systemtakt. Der Roh-Takt wird von IC U20 einem 8701 geliefert. Je nach Ausführung des C64 (PAL deutsch oder NTSC amerikanisch) besitzt dieser Baustein einen anderen Quarz. Für die deutsche PAL-Version wird hier ein 17,734472-MHz-Quarz eingesetzt. Die amerikanische NTSC-Norm verlangt allerdings einen 14,31818-MHz-Quarz. Mittels des Jumpers J3 (offen = NTSC, geschlossen = PAL) kann zwischen den beiden Versionen gewählt werden.

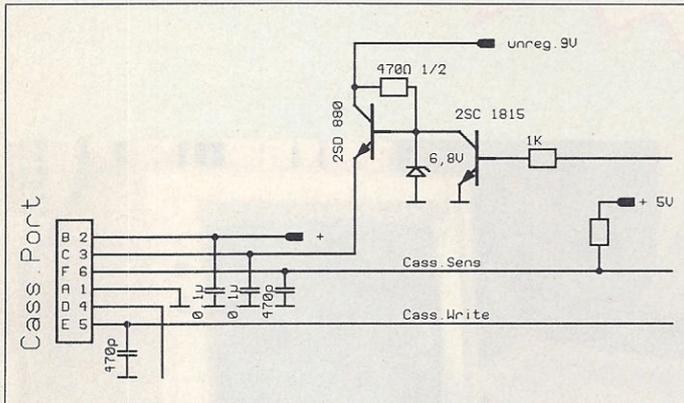
Natürlich ist dann auch der Quarz auszutauschen. Je nach Auswahl des Quarzes ändert sich die DOT-Clock. Aus dieser Frequenz (in) erzeugt der VIC den Systemtakt des C64. In der deutschen Version liegt er bei ca. 985 kHz. Dieser wird an dem Anschluß 2 ausgegeben. Er ist mit fast allen Bausteinen im C64 verbunden.

Der SID

Dieser interessante IC beherbergt einen kleinen Synthesizer und zwei A/D-Wandler. Die Wandler dienen, wie schon besprochen, zur Abfrage der Drehregler. Als eigenständige A/D-Wandler für Meßzwecke haben sie keinen Gebrauchswert. Sie sind von Computer zu Computer zu unterschiedlich in ihren Ausgangswerten. Achten Sie beim Anschluß der Paddles darauf, daß ihr Widerstandswert unter die Grenze von 100 Ω sinkt. Durch die dann in den Kondensator fließenden hohen Ströme würde der SID beschädigt.

Das Tonsignal wird über einen Transistor und Kondensator der Audiobuchse zugeführt.

Der C64 besitzt in verschiedenen Versionen jeweils andere Tonerzeugungsbausteine. Einmal den 6581, er braucht an den Anschlüssen 1 bis 4 jeweils eine Filterkapazität von 470 pF und an den Paddle-Anschlüssen jeweils eine Kapazität von 1800 pF. Zum zweiten wird der neuere Baustein 8580 eingesetzt. Er braucht an den Anschlüssen 1 bis 4 Kondensatoren mit 22000 pF und an den Paddle-



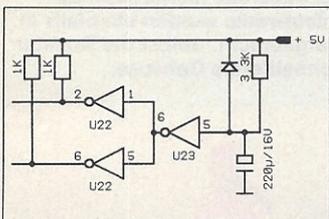
Die Datasette erhält die Betriebsspannung über einen Transistor

Fertigung, im Fehlerfall lassen sie sich ohne Probleme durch die leichter erhältlichen deutschen Transistoren BD 241 und BC 546 austauschen. Das Schreibsignal wird direkt von der CPU an die Datasette geschickt. Da dieser Ausgang der CPU mit dem Cassetten-Port galvanisch verbunden ist, kann über diesen auch der Prozessor schnell zerstört werden. Als einziges Signal wird das Lesen der Daten über die CIA 1 vorgenommen.

schen \$0000 und \$FFFF. Hierbei ist IC U10 für die niederwertigen Bits und U 11 für die höherwertigen Bits zuständig. Die Adressen liegen parallel zum ROM des C64. Hier finden wir ein 8-KByte-ROM (U5), welches den Zeichensatz beherbergt und ein 16-KByte-ROM (U4), welches das Betriebssystem und den Basic-Interpreter aufnimmt. Die Selektion, welche Teile des Speichers ein- bzw. ausgeblendet sind, übernimmt das große 64polige Multifunktions-IC. Über die Chip-Select (CS)-Leitungen werden die entsprechenden ICs angesprochen. Die Signale zum Refresh der dynamischen Speicher liefert der VIC.

Der Reset

Im Gegensatz zur alten Platinenversion hat Commodore hier mächtig gespart. Während bei den älteren Geräten noch ein eigener Timerbaustein diesen wichtigen

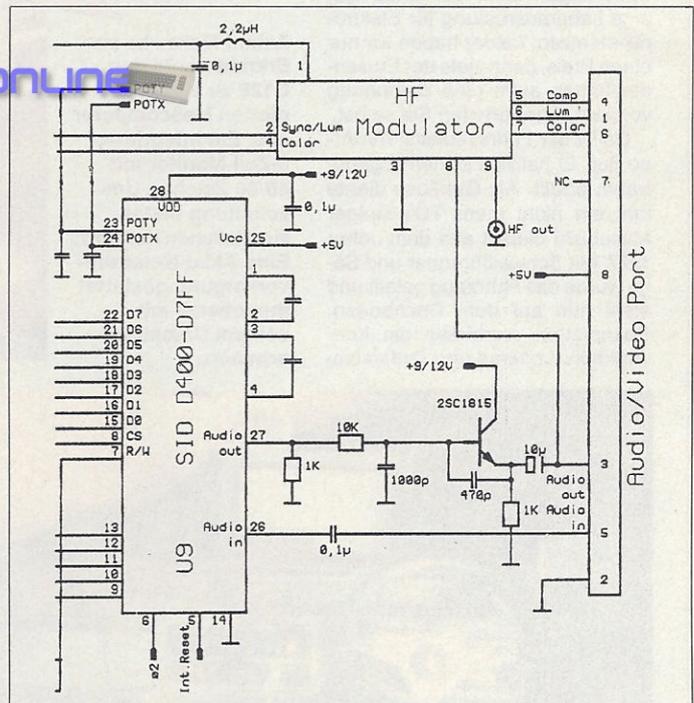


Einfach, aber wirkungsvoll: der Reset

Vorgang bewältigte, übernimmt jetzt ein einfacher Schmitt-Trigger, gebildet aus dem Baustein U23, diese Aufgabe. Mit zwei Widerständen, einer Diode und einem Kondensator erzeugt der 74LS14, nachdem die Betriebsspannung die richtige Höhe erreicht hat, einen Impuls, der alle internen Register der einzelnen Bausteine im C64 zurücksetzt. Auch die CPU er-

Der Alleskönner

Frühere Versionen der C-64-Platine besaßen noch eine Vielzahl an kleinen TTL-Chips. Die neueste Version kommt fast vollständig ohne sie zurecht. Fast alle ihre Funktionen konnten in dem großen Multifunktionschip (U8) integriert werden. Er unterstützt die CPU bei der Speicherauswahl, steuert über die Leitungen EXROM und Game die Modulabfrage am Expansion-Port und beherbergt nebenbei noch den Farbspeicher des VICs. Diese Vielzahl von Steuerungen erfordert natürlich auch eine Unmenge an Leitungen. Deshalb wurde dem IC ein neues Gehäuse spendiert, welches 64 Anschlüsse auf kleinstem Raum zuläßt. Der Pinabstand liegt mit 1,27 mm außerhalb der Norm. Ein Austausch ist bei diesem IC nur dem wirklich geübten Lötter zu empfehlen. Eine Beschädigung der Leiterbahnen wirkt sich



Der SID ist über einen Transistor mit dem Ausgang verbunden

Der für den VIC unbedingt nötige Farbspeicher ist kein einzelner Baustein auf der Platine, sondern er wurde im Multifunktionschip mit integriert. Das fertige Videosignal wird einmal als FBAS-Signal zur Video/Audiobuchse geführt und zum zweiten auf den Modulator gegeben. Der Modulator ist nichts anderes als ein kleiner Fernsehender, der das Computerbild über den Antenneneingang auf den Schirm des häuslichen Fernsehers zaubert.

Anschlüssen 2200-pF-Kondensatoren. Zusätzlich benötigt dieser IC an seinem Ausgang einen Pull-down-Widerstand von 1 kΩ. Dieser Baustein wird mit 9 Volt betrieben.

Als Besonderheit besitzen beide Versionen des ICs einen Audio-Eingang. Hierüber läßt sich eine Klangbeeinflussung des Audiosignals über die Software vornehmen. Das Signal kann aber nur mittels der internen Filter verformt werden, eine Speicherung ist nicht möglich.