

von Hans-Jürgen Humbert

**B**islang hatten wir uns immer gescheut, eine Bauanleitung für ein Netzteil zu veröffentlichen, da der Umgang mit 220 V Netzspannung eine gefährliche Sache ist. Falls Sie das Netzteil nachbauen wollen, beachten Sie unbedingt die VDE-Vorschriften! Bevor Sie es in Betrieb nehmen, lassen Sie es von einem Fachmann untersuchen. Das Original-Netzteil des C64 (Bild 1) ist ja leider vergossen, so daß Reparaturen daran ziemlich unmöglich sind. Man kann zwar das Gehäuse aufbrechen und versuchen, die einzelnen defekten Teile auszutauschen, aber das Gerät läßt sich nicht wieder anständig verschließen. Also ist Neubau angesagt. Dafür sollte man ein paar grundlegende Dinge wissen. Der C64 braucht, um zu funktionieren, zwei Spannungen: 5 V Gleichspannung und 9 V Wechselspannung. Die 5-V-Spannung darf um maximal 5 Prozent von der Sollspannung abweichen. Früher war es enorm schwierig, diese Spannung zu erzeugen. Jeder Halbleiter ändert seine Daten etwas mit der Temperatur, deshalb mußten aufwendige Temperaturkompensationsschaltungen eingefügt werden. Heute macht es uns die Halbleiterindustrie etwas einfacher. Inzwischen sind Regelbausteine auf dem Markt, die eine Spannungsstabilisierung zum Kinderspiel machen, wenn man gewisse Konditionen berücksichtigt. Zunächst müssen alle Teile laut Stückliste besorgt werden. Achten Sie besonders beim Netztransformator darauf, daß Sie eine neuere Ausführung erwischen und nicht einen obskuren Trafo aus der Bastelkiste verwenden. Der Transformator ist das Verbindungsglied zwischen der 220-V-Netzspannung und der ungefährlichen Niederspannung auf der Sekundärseite.

Der Transformator sollte folgende Sekundärspannungen besitzen: zwei Wicklungen mit jeweils 9 V bei einer Strombelastbarkeit von jeweils 2 Ampere. Wenn Sie einen solchen Trafo kaufen, anschließen und dann die Spannungen mit einem Digital-Voltmeter nachmessen, werden Sie feststellen, daß die Werte ganz erheblich von 9 V nach oben hin abweichen.

# Super Netzteil

**Unsere Leserumfrage brachte es zutage: Ungeahnt oft gibt es Probleme mit dem Netzteil des C64. Deshalb folgt hier eine Bauanleitung für ein Netzteil, das auch die größten Speichererweiterungen verkraftet.**



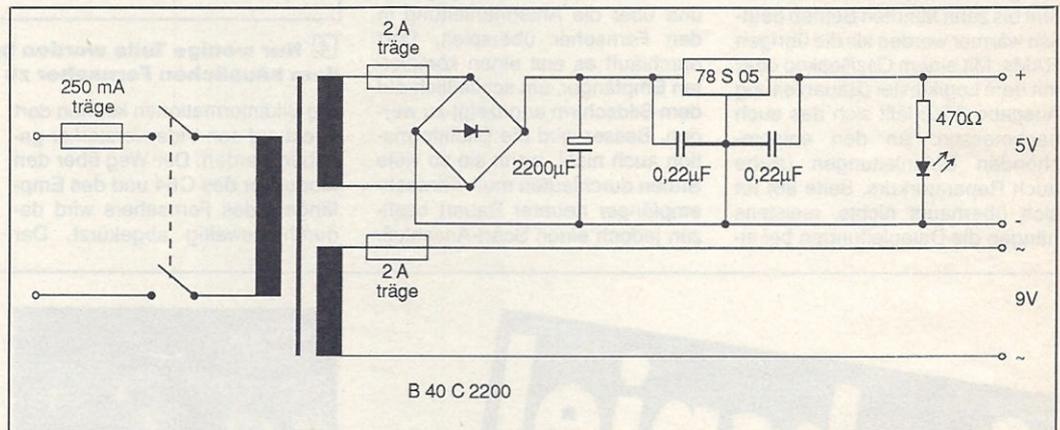
**1 Das Netzteil des C64 gibt, wie unsere Leserumfrage erwiesen hat, oft seinen Geist auf. Mit unserem neuen Netzteil hat das alte endgültig ausgedient.**

von vier Dioden handelt. 40 erlaubt eine maximale Betriebsspannung von 40 V und C 3300/2200 eine maximale Strombelastung von ungekühlt 2200 mA bzw. bei einer Befestigung auf einem Kühlblech 3300 mA.

Um die maximale Spannung nach Gleichrichtung am Kondensator zu bestimmen, müssen wir etwas rechnen. An einer Gleichrichterdiode fallen 0,7 V Schwellspannung ab. Nehmen wir einmal eine unbelastete Sekundärspannung von 12 V an, so ergibt sich folgende Spannung am Kondensator:

$$(12 \text{ V} \times 1,41) - 2 \times 0,7 \text{ V} = 15,52 \text{ V}$$

Die 1,41 ist ein Formfaktor für die Beziehung zwischen Wechsel- und Gleichspannung. Nach dieser Rechnung würde ein Kondensator mit einer Spannungsfestigkeit von 16 V ausreichen, aber durch Netzspannungsschwankungen kann die



**2 Dank modernen ICs ist der Schaltungsaufbau sehr einfach gehalten**

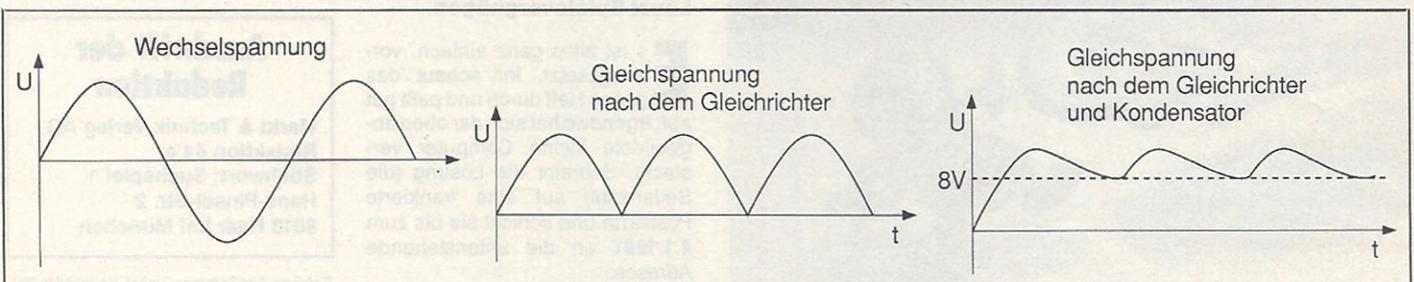
Jetzt müssen Sie aber nicht glauben, daß man Ihnen einen falschen Transformator verkauft hätte. Die aufgedruckten Werte geben die Spannung bei Belastung an. Als kleinen Nebeneffekt kann der Wechselspannungsausgang am User-Port jetzt mit einem Strom von 500 mA belastet werden. Der Transformator kann zwar noch wesentlich mehr Strom liefern, aber

die Leiterbahnen im C64 machen das nicht mit.

## Von Wechsel- nach Gleichspannung

Dafür ist der Gleichrichter zuständig (Bild 2). Wir verwenden den Typ B 40 C 2200/3300. Der Buchstabe B bedeutet hierbei, daß es sich um eine Brückenschaltung

Spannung wesentlich höhere Werte annehmen. Deshalb ist hier ein Kondensator mit wenigsten 25 V einzusetzen. Wer ganz auf Nummer Sicher gehen will, nimmt einen mit 35 V Spannungsfestigkeit. Dann kann gar nichts passieren. Elektrolytkondensatoren haben nämlich die unangenehme Eigenschaft bei Überspannung oder falscher Polung zu explodieren!

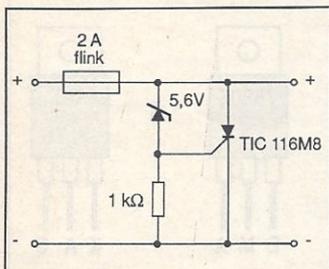


**3 Auch ohne Oszilloskop können Sie hier die Spannungsverläufe im Netzteil ansehen**

# für C64

## Wie komme ich auf 5 V?

Jetzt kommt der Regel-IC ins Spiel. Es handelt sich um einen Dreibeiner der Serie 78 Y XX. Die 78 gibt an, daß es ein Positivregler ist. Davon gibt es mehrere Sorten.



**4 Eine genial einfache, aber sehr wirkungsvolle Schaltung: der Überspannungsschutz**

**Regel-IC maximal entnehmbarer Strom**

78 L XX	100 mA
78 M XX	500 mA
78 XX	1 A
78 S XX	2 A
78 H XX	5 A
78 P XX	10 A

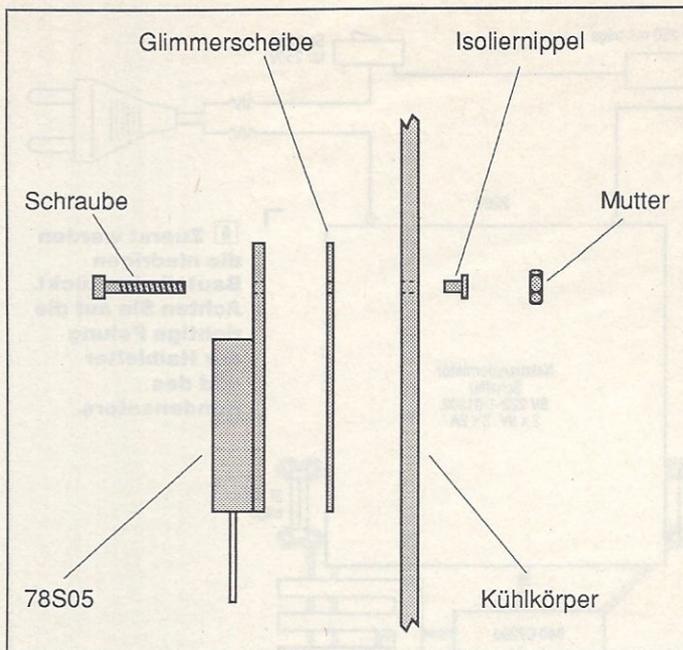
Die Zahlen hinter dem Buchstaben geben die Ausgangsspannung an. Die Eingangsspannung muß mindestens 3 V über der Ausgangsspannung liegen (Bild 3). Sie darf auch bei Belastung durch den C64 nicht unter 8 V sinken. Dieser IC macht nun aus den 15 V die für den C64 benötigten 5 V. Die überschüssige Leistung von  $(15,52 \text{ V} - 5 \text{ V}) \times 1,2 \text{ A} = 12,3 \text{ W}$  setzt der Regler in Wärme um. Sie wissen vielleicht, wie heiß eine 15-Watt-Glühbirne werden kann. Fast dieselbe Wärme erzeugt auch der Regler. Diese Wärme muß abgeführt werden, da sonst der Regel-IC (durch die eingebaute Übertemperatursicherung) die Spannung zurücknehmen würde. Der von uns verwendete IC kann seinen maximalen Strom von 2 A nur dann liefern, wenn er nicht zu warm wird. Der Kühlkörper muß also eine entsprechende Größe aufweisen, da der C64 bei einer Betriebsspannung von 4,5 V ansteigt. Direkt am IC sitzen zwei Keramikkondensatoren, diese sorgen für ein stabiles Verhalten des Reglers. Obwohl der IC nur drei Anschlüsse hat, ist sein Innenleben äußerst kompliziert. Er beinhaltet mehrere Operationsverstärker, die über diese Kondensatoren stabilisiert werden. Ohne sie könn-

te sich das Netzteil sehr merkwürdig benehmen. Sie müssen auch so dicht wie irgendmöglich am Regler angelötet werden. Die Leuchtdiode am Ausgang der Schaltung dient zur Einschaltkontrolle. Der dazugehörige Widerstand begrenzt den Strom durch die Diode. Ohne ihn würde sie nur einmal, aber dafür sehr hell, aufleuchten.

Nun geht's auf zum zweiten Teil der Schaltung (Bild 4). Professionelle Computernetzteile besitzen eine Überspannungssicherung, deren einzige Aufgabe es ist, eine Sicherung zu zerstören, wenn die Spannung des Netzteils aus welchen Gründen auch immer auf über 5,6 V ansteigt. Dadurch wird die wertvolle Computer-Hardware wirkungsvoll geschützt. So eine Sicherung ist eigentlich sehr primitiv, aber genial einfach konstruiert. Die Zener-Diode ist in Sperrrichtung geschaltet. Sie leitet erst, wenn die Spannung über 5,6 V ansteigt. Dadurch zündet sie den Thyristor, der einfach die Spannungsversorgung kurzschließt und dabei die Sicherung durchbrennen läßt. Ein Thyristor ist ein elektronisches Vierschicht-Bauelement, das einmal gezündet, erst dann wieder hochgezündet wird, wenn der es durchfließende Strom auf Null zurückgeht. Für die Sicherung muß unbedingt der angegebene Typ benutzt werden, da sonst das komplette Netzteil zerstört werden kann. Sicherungen gehen nämlich nicht erst bei dem auf ihnen angegebenen Strom kaputt, sondern erst dann, wenn der Maximalstrom über eine bestimmte Zeit mehr als das 1,5fache beträgt. Dies kann bei einer trägen Sicherung rund 30 Minuten dauern. Im Normalfall verhält sich die Schaltung so, als wenn sie nicht vorhanden wäre.

## Wofür Wechselspannung?

Die erste komplizierte Hälfte unseres Netzteils ist nun endlich fertig. Doch der C64 benötigt ja auch noch 9 V Wechselspannung. Wieso eigentlich? Einige ICs brauchen für ihre ordnungsgemäße Funktion eine negative Hilfsspannung und die CIAs besitzen eine Echtzeituhr, die einen genauen Takt erfordert. Dieser Takt wird aus den 50 Hz der Netzspannung abgeleitet. Die negative Hilfsspannung wird aus den 9-V-Wechselspannung erzeugt. Kommen Sie bitte nicht auf die Idee, Ihren C64 nur mit 5 V Gleichspannung betreiben zu wollen. Die



**5 Der 5-V-Regler braucht einen großen Kühlkörper. Die Metallfläche des ICs führt negative Spannung. Bei richtiger Montage bleibt der Kühlkörper potentialfrei.**

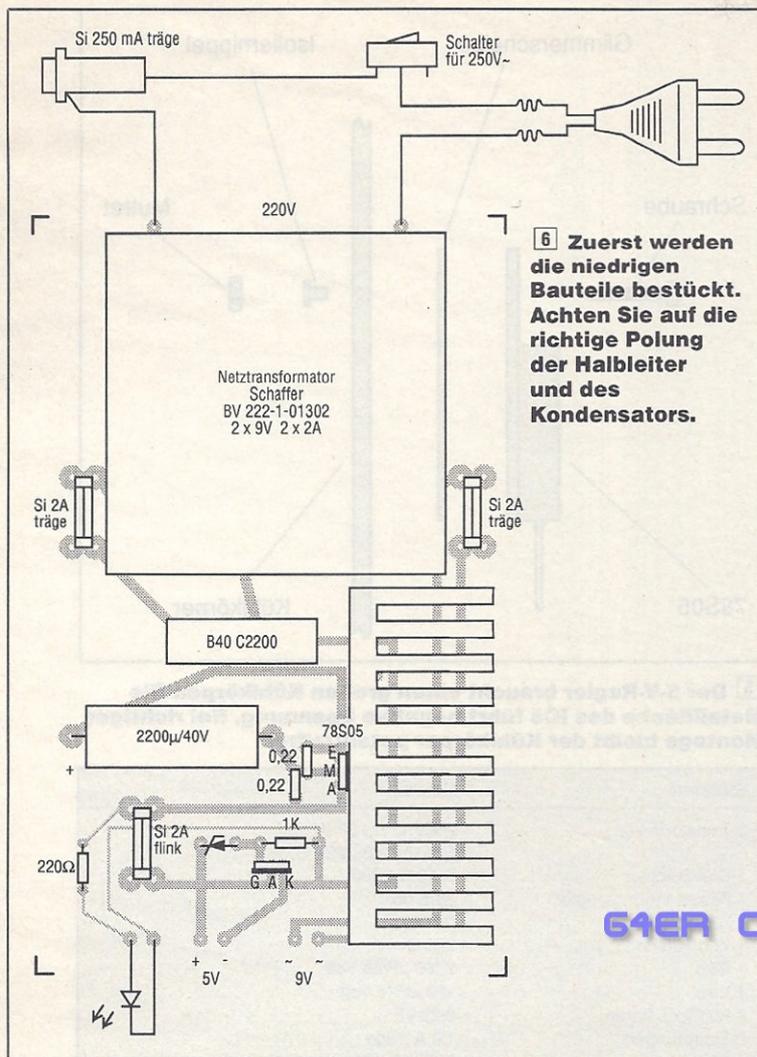
Stückliste	Netzteil
1 Transformator	2 x 9 V, ca. 30 W, Schaffer (B 222-1-01302)
1 Gleichrichter	B 40 C 2200
1 Festspannungsregler	78 S 05
1 LED	rot
1 Widerstand	220 Ω
1 Elko	2200 µF/35 Volt
1 Elko	100 µF/16 Volt
2 Kondensatoren	0,22 µF
2 Sicherungen	1,6 A träge
1 Sicherung	500 mA träge
3 Sicherungshalter	
1 Kühlkörper	
1 Stück Lochrasterplatine	
1 Gehäuse	
1 Schalter	2polig 250 V, 2 A

Stückliste	Überspannungssicherung
1 Thyristor	TIC 116 M8
1 Zener-Diode	5,6 V/400 mW
1 Widerstand	1 K
1 Sicherung	2 A flink
1 Sicherungshalter	

Schaltung ist nach dem Platinenlayout (Bild 10) schnell aufgebaut. Beachten Sie den Bestückungsplan (Bild 6): Falsch gepolte Elektrolytkondensatoren können explodieren! Zum Aufbau der Schaltung gibt es eigentlich nichts zu sagen. Wichtig ist, daß der Festspannungsregler (78 S 05) unbedingt einen Kühlkörper bekommt. Der Regler sollte montiert werden (Bild 5). Die Glimmerscheibe ist auf beiden Seiten mit etwas Wärmeleitpaste zu bestreichen. Sie müssen auch darauf achten, daß Sie einen 78 S 05 bekommen. Der normale 78 05 kann nur 1 A an Strom liefern, während der S-Typ für 2 A ausgelegt ist. Die Anschlußbilder des Regel-ICs und des Thyristors können Sie

mit Bild 8 noch einmal kontrollieren. Falls Sie ein Metallgehäuse verwenden wollen, müssen Sie ein dreidrähtiges Kabel mit Schuko-stecker benutzen. Die grünelbe Litze wird an das Gehäuse geschraubt. Denken Sie an eine Zugentlastung des Netzkabels und achten Sie auf einen ausreichenden Sicherheitsabstand der netzspannungsführenden Punkte der Platine zum Gehäuse. Die Stromversorgungsleitung zum C64 übernimmt das Kabel vom alten Netzteil. Bitte richtig anschließen (Bild 7)!

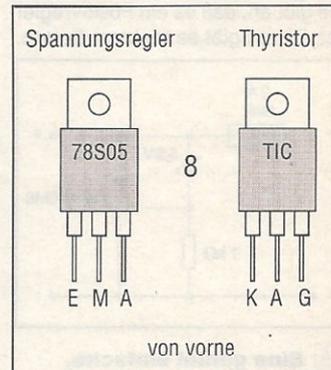
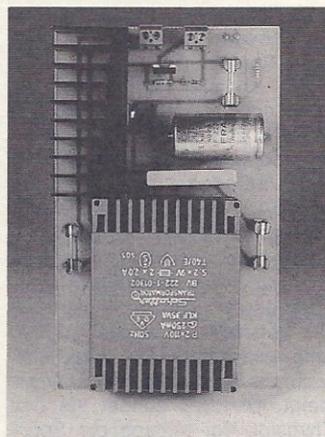
Wenn Sie sich im Umgang mit den 220 V nicht ganz sicher sind, lassen Sie das Gerät (Bild 9) vor der Inbetriebnahme durch einen Fachmann überprüfen. (jh)



**6** Zuerst werden die niedrigen Bauteile bestückt. Achten Sie auf die richtige Polung der Halbleiter und des Kondensators.

Pin	Bezeichnung
1	Gnd
2	Gnd
3	Gnd
4	nicht verwendet
5	+ 5 V
6	9 V Wechselspannung
7	9 V Wechselspannung

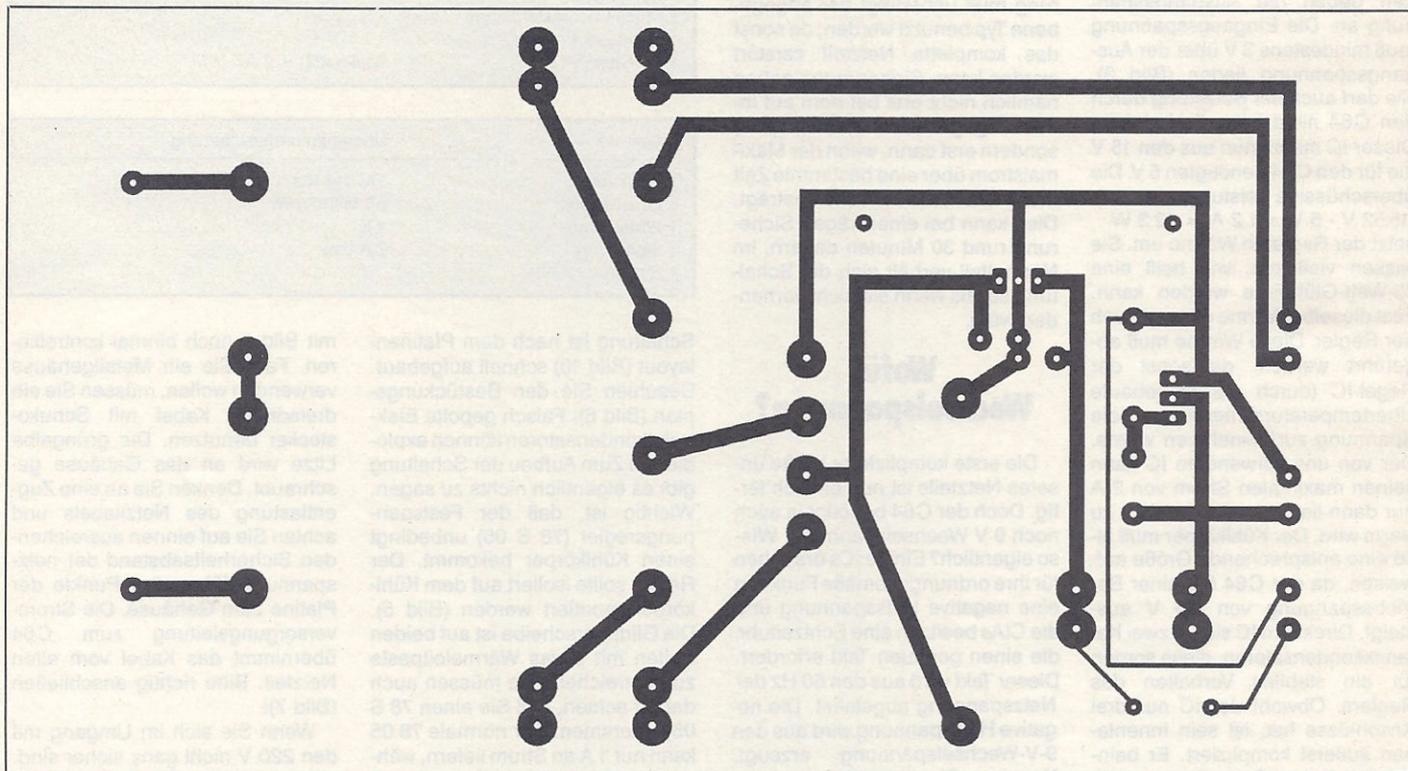
**7** Die Niederspannungsbuchse: So wird dem C64 Energie zugeführt.



**8** Die genauen Anschlußbilder des Reglers und des Thyristors

**9** Was lang währt, ist endlich fertig: das neue selbstgebaute Netzteil mit integriertem Überspannungsschutz in voller Schönheit

Die Schaltung wurde in der Redaktion sorgfältig geprüft. Für Schäden, die durch den Nachbau entstehen, übernehmen wir keine Haftung. Arbeiten Sie bitte äußerst genau, da einige Punkte der Platine direkt an der Netzspannung liegen.



**10** Das Platinenlayout: Es ist wie immer seitenverkehrt für die Kontaktbelichtung abgedruckt. Fotokopieren Sie diese Seite, machen Sie mit Pausklar durchsichtig, und legen Sie mit der Leiterbahnseite direkt auf die Platine.