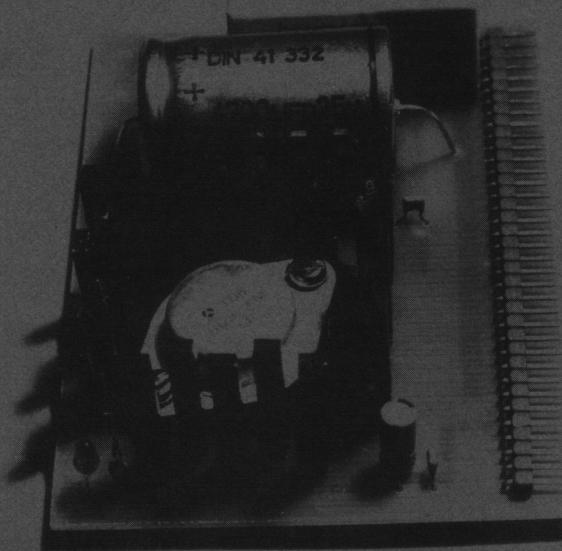


Der NDR-  
Klein-Computer

# POWSV

ger

**Graf Elektronik Systeme GmbH**  
Magnusstraße 13 · Postfach 1610 · 8960 Kempten  
Telefon (08 31) 62 11 · Teletex 831 804 = GRAF





# Inhaltsverzeichnis

	Seite
5V-Netzteil	1
Anwendung	1
Schaltungsbeschreibung	2
Schaltbild	2
Stückliste	3
Bestückungsplan	4
Löten	5
Bestückungsanleitung	5
Test 1	7
Test 2	8
Test 3	10
Endtest	11
Bauelemente	12
Gleichrichter	12
Elektrolyt-Kondensator	12
Spannungsregler	14
Keramik-Kondensator	15
Tantal-Kondensator	15
LED	16
Widerstand	16
Farbcodetabelle	18
Kleingedrucktes	19

### 5V- Netzteil

Der NDR-Klein-Computer muß mit einer Gleichspannung von 5V betrieben werden. Das Netzteil muß bis zu 3 Ampere Strom liefern können.

Die Baugruppe POW5V erfüllt die Funktionen Gleichrichtung, Glättung und Stabilisierung. Sie erwartet am Eingang eine transformierte Wechselspannung von ca. 8V, die mit über 3A belastet werden kann. Die Wechselspannung wird über die zwei mit "Eingang" bezeichneten Lötlagen zugeführt. Die Polung der Wechselspannung ist beliebig, die Spannung muß vor Anschluß an die POW5V überprüft werden, Werte über 12V können die Baugruppe zerstören.

Die maximale Spannungsabweichung (auch für Bruchteile von Sekunden) darf 5% nicht überschreiten. Bei Spannungseinbrüchen, die über diese Toleranz hinausgehen (also unter 4,75V) wird der Prozessor nicht gleich funktionslos, sondern führt vielleicht falsche Anweisungen aus oder "rechnet" falsch. Das kann unangenehmer sein als ein Totalausfall, da die Fehler häufig unbemerkt bleiben. Es lohnt sich also, bei der Stabilisierung der Versorgungsspannung einigen Aufwand zu treiben.

### ANWENDUNG

Die Prozessorleiterplatte und die Erweiterungs-Baugruppen werden durch eine Busplatine miteinander verbunden. Die POW 5V ist so gebaut, daß sie in gleicher Weise zum "BUS" paßt. Bei einem Computer, der auf der Grundplatte BUS2 aufgebaut ist, kann die POW 5V einfach zugesteckt werden, wobei man ihr wegen der Bauhöhe am günstigsten den Steckplatz 1 zuweist. Achten Sie ganz besonders darauf, daß die Baugruppe richtig gesteckt wird.

Soll zunächst nur die SBC2 angeschlossen werden, kann die Verbindung auch durch zwei Drähte erfolgen, hier ist jedoch unbedingt auf richtige Polung zu achten!

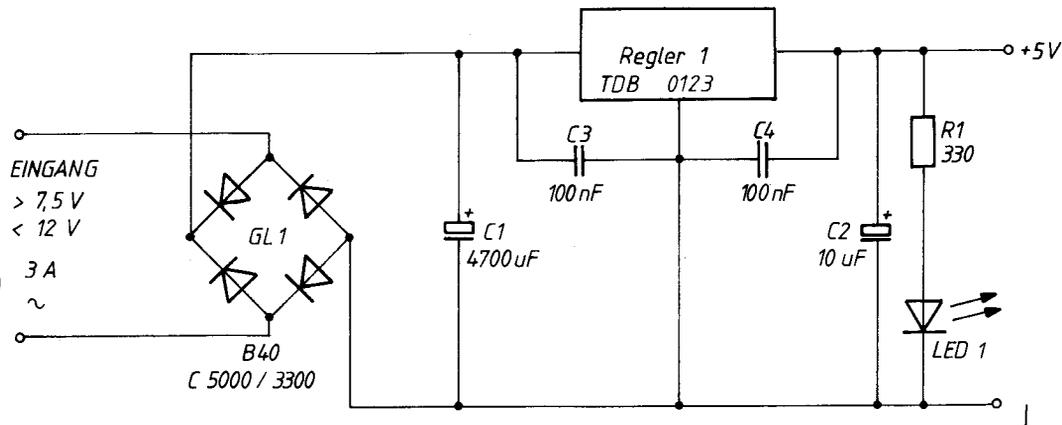
Die Baugruppe POW5V ist ausgelegt für Eingangswechselspannungen zwischen 7,5V und 12V, die extern abzusichern sind. Achten Sie bitte bei allen Arbeiten in der Nähe von 220V Netzspannung, also z.B. am Trafo, auf korrekte Absicherung und Berührungsschutz. Der Transformator ist so auszuwählen, daß er ohne Belastung etwa bis 11V Wechselspannung abgibt. Er muß leistungsmäßig ausreichend für das Netzteil sein, also über 3 Ampere liefern können. Bitte messen Sie die Sekundärspannung mit einem Vielfachmeßgerät. Leerlaufspannungen (d.h. Spannungen ohne Last) von weniger als 9V reichen üblicherweise nicht aus für den Betrieb des NDR-Klein-Computers. Beachten Sie, daß auch im Sekundärkreis des Trafos eine Sicherung erforderlich ist (3A träge).

POW 5V reicht aus für alle Baugruppen des Gesamtpakets, also sowohl für den Z80-Computer wie auch für den 68008.

## SCHALTUNGSBESCHREIBUNG

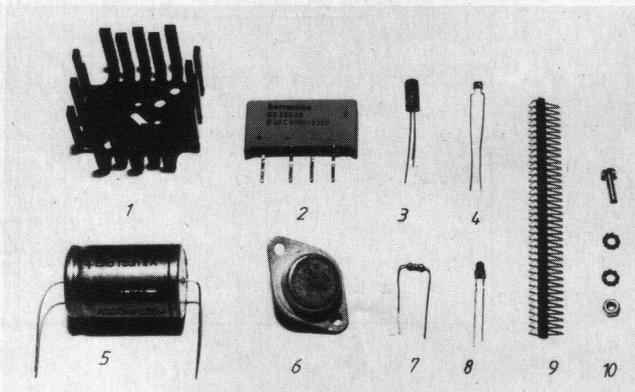
Die Eingangswechselspannung wird direkt auf den Gleichrichter geführt, der auf einen maximalen Strom von 3,3 Ampere ausgelegt ist. Der Gleichrichter vom Typ B40 C5000/3300 ist ein Vollwellen-Brückengleichrichter aus Siliziumdioden.

Hinter dem Gleichrichter folgt ein Siebkondensator, der aus der stark welligen Ausgangsspannung des Gleichrichters eine geglättete Spannung macht. Diese Spannung gelangt auf die integrierte Stabilisatorschaltung LM323 oder TDB 0123 (baugleich), die am Ausgang konstant 5V liefert, der entnommene Strom darf bis zu 3A betragen. Vor und hinter dem Regler wird mit zwei Keramik Kondensatoren abgeblockt, um die Schwingneigung durch die schnellen Regelvorgänge zu reduzieren. Ein 100µF Tantalkondensator in der Nähe des Bussteckers blockt schnelle Lastschwankungen vom Bus her ab. Schließlich ist parallel zur Last noch eine Leuchtdiode mit Vorwiderstand angeschlossen, die als Betriebsanzeige dient. Die LED sagt jedoch nichts darüber aus, ob die 5V korrekt sind, sie kann auch noch bei wesentlich kleinerer Spannung leuchten.

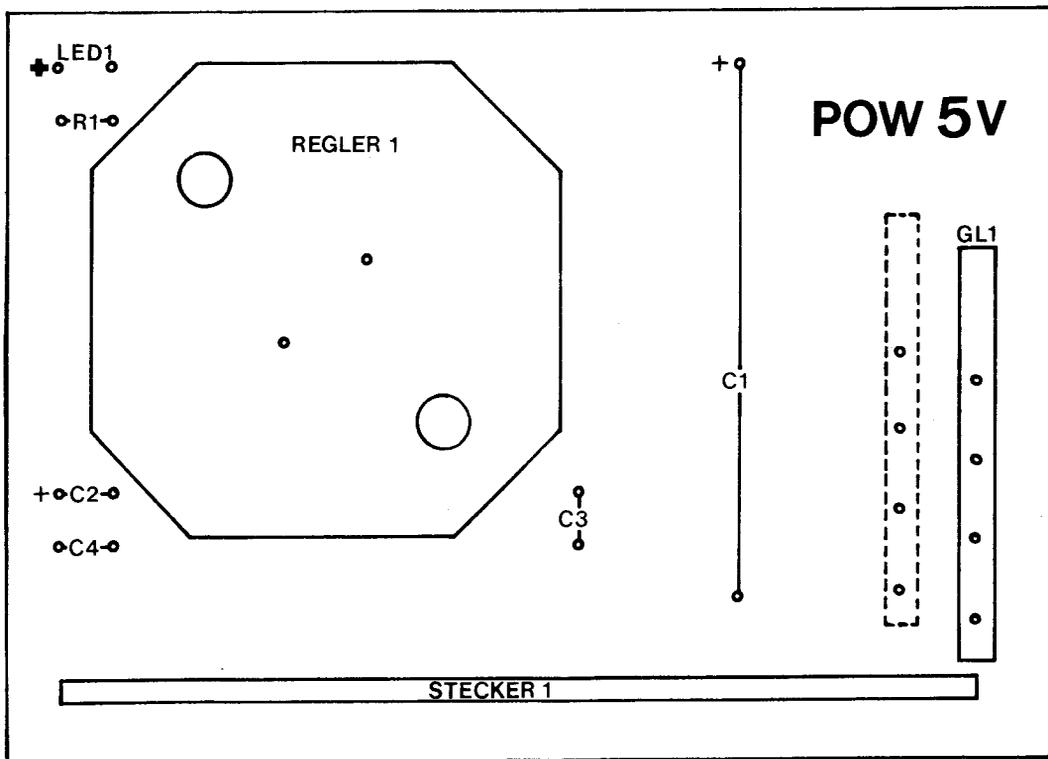
SCHALTBILD POWSV

## STÜCKLISTE

Stück	Bezeichnung		Nr. im Bild
1	Regler1	TDB 0123 Regler 3A	6
1	GL1	B40C 5000/3300	2
1	R1	330 Ohm	7
1	C1	4700 uF 16V	5
1	C2	10 uF	3
2	C3, C4	100 nF	4
1	LED1	3 mm, rot	8
1	Stecker1	36-polig	9
1	Kühلبlech		1
2	Schrauben mit Muttern (M3*10) und Sicherungsscheiben		10
1	GES-Platine mit Lötstoplack		



## BESTÜCKUNGSPLAN



## LÖTEN

Legen Sie nun die Baugruppe so, daß die Lötseite sichtbar ist, am besten so auf eine Unterlage, daß die Leiterplatte waagrecht liegt. Streifen Sie die Spitze des heißen LötKolbens kurz auf dem Schwämmchen ab und führen Sie sie an ein Lötauge, durch das ein Pin (Stift) ragt.

Erhitzen Sie gleichzeitig den Anschluß und das Lötauge für etwa 3 Sekunden. Führen Sie dann einige Millimeter Lötendraht zu und entfernen ihn dann gleich wieder. Die Lötstelle muß so heiß sein, daß das Lötzinn am Bauteilanschluß verläuft.

Lassen Sie die Lötspitze nur solange an der Lötstelle bis das Lötzinn so verlaufen ist, daß der Pin (Stift) ringsherum bedeckt ist. Der ganze Vorgang soll nicht länger als 10 Sekunden dauern, da ansonsten das Bauteil durch die hohe Temperatur beschädigt werden kann oder sich das Lötauge von der Platine löst. Die Lötstelle muß jetzt glatt sein und glänzen, ist das nicht so, dann wurde die Lötstelle nicht heiß genug oder aber zu lange gelötet. Wenn das Lötzinn kugelförmlich um den Anschluß sitzt, wurde zuviel Zinn verwendet.

Ist es notwendig, die Lötstelle nachzubehandeln, dann muß zunächst überschüssiges Zinn entfernt werden. Dazu die Lötspitze säubern und dann einfach von der Lötstelle Zinn abstreifen, sobald es weich wird. Denn LötKolben wieder säubern und erneut wie folgt löten:

Lötstelle und Bauteilanschluß erhitzen  
Etwas Lötzinn zuführen  
Sobald das Lötzinn verlaufen ist, LötKolben wegnehmen.

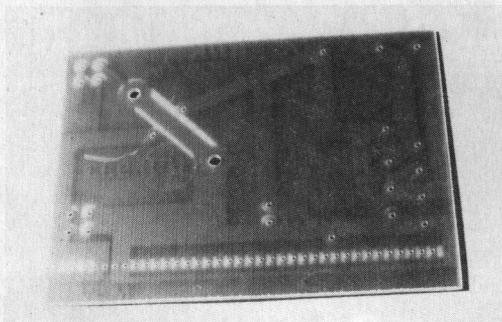
Elektronik-Lötendraht enthält Flußmittel, dessen Vorhandensein notwendig ist, damit das Zinn richtig verläuft. Daher muß beim Nachlöten auch dann mit Lötendraht gearbeitet werden, wenn eigentlich schon genug Zinn an der Lötstelle ist.

## BESTÜCKUNGSANLEITUNG

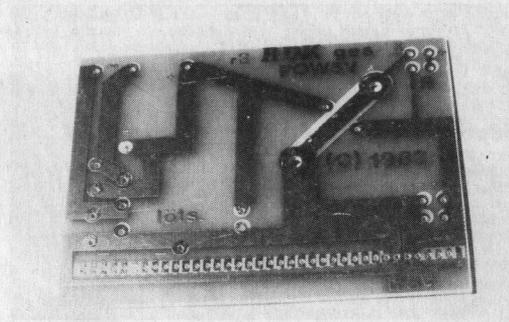
Die Bauteile werden durch Auflöten auf eine Platine miteinander verbunden. Diese Platine trägt metallische Leiterbahnen auf einem Untergrund aus Glasfaserkunststoff. Stellen, an denen gelötet werden darf, sind vorverzinkt, die übrigen Flächen sind durch eine grüne Lötstopmaske abgedeckt.

Wenn Sie noch nie mit elektronischen Bauteilen zu tun hatten, lesen Sie eventuell weiter hinten die Beschreibungen unter "Bauelemente". Im folgenden Text verweisen wir durch z.B. ">Elektrolytkondensator" auf diesen Teil.

Die Lötseite ist durch "Löts" gekennzeichnet.



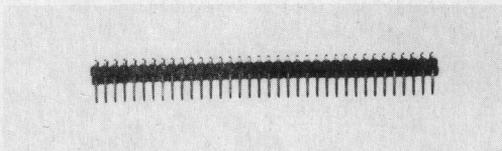
Die Bestückungsseite



Die Lötseite

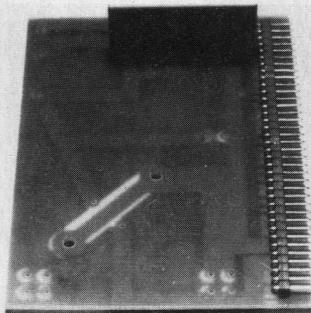
Zum Aufbau der POW 5V benötigt man die Platine und die übrigen Bauteile laut Stückliste, einen 16W - 25W LötKolben mit feiner Spitze, Lötzinn mit 1mm, max. 1,5mm Durchmesser, einen Seitenschneider zum Abschneiden der Drähte und für die Montage des Spannungsreglers Schraubenzieher und Zange. Den LötKolben heizen Sie am besten schon gleich an und besorgen sich gleichzeitig ein feuchtes Schwämmchen, um die Lötspitze säubern zu können.

Die abgewinkelte Steckerleiste wird mit dem kurzen Winkelstück eingelötet, das lange Bein zeigt zum Platinenrand. Die ganze Steckerleiste ist von der Bestückungsseite sichtbar. Die langen Stifte müssen absolut parallel zur Platinenoberfläche eingelötet werden, da die Karte sonst schlecht auf den Bus aufsteckbar ist. Beim Einlöten sollten zuerst nur die äußeren beiden Pins und einer in der Mitte der Steckerleiste angelötet werden. Dann sollte kontrolliert werden, ob die Steckerleiste parallel zur Platinenoberfläche liegt, und ob sie sich nicht aufgewölbt hat, so daß Bäuche entstanden sind. Ist beides in Ordnung sind die restlichen Stifte zu verlöten.



Ist Ihnen das Löten nicht gelungen, dann sollten Sie unbedingt einen im Löten bewanderten Freund aufsuchen und etwas mit ihm üben. Die Schaltung funktioniert nämlich nicht oder nur gelegentlich, wenn schlecht gelötet wurde. Neben diesem Ärger kommt bei der Einsendung zur Reparatur noch hinzu, daß sich Lötfehler teilweise schwer finden lassen.

Der Gleichrichter wird in Position gebracht (siehe Bestückungsplan). Dabei ist auf die richtige Polung zu achten. Außerdem sind 2 Möglichkeiten der Bestückung vorgesehen. Er muß dort eingesteckt werden wo er bei richtiger Polung hineinpaßt. Der Gleichrichter muß von der Bestückungsseite her hineingesteckt werden. Wenn er sich leicht einsetzen läßt und der Aufdruck auf dem Gleichrichter mit dem Bestückungsdruck übereinstimmt, ist er richtig eingebaut. Er liegt dann direkt auf der Platine und läßt sich gut verlöten.



Wenn es Ihnen gelungen ist, die vier Anschlüsse des Gleichrichters korrekt zu löten, können Sie die überstehenden Anschlußdrähte direkt über der Lötstelle abschneiden.

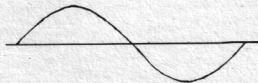
#### Test 1

Nachdem das erste Bauteil eingelötet wurde, wollen wir einen ersten Test durchführen, wozu der Trafo an der Leiterplatte angeschlossen werden muß.

Bevor Sie jedoch den Niederspannungsausgang des Transformators mit dem Eingang der POW 5V verbinden, überprüfen Sie bitte mit einem Meßgerät die Leerlauf-Wechselspannung. Sie sollte ca. 10 bis 11 Volt betragen.

Am Oszilloskop ist eine Sinuskurve symmetrisch zur Nulllinie sichtbar.

Schalten Sie nun den Trafo wieder ab und lten Sie die beiden Ausgangsdrahte bei "Eingang" auf der Platine an. Halten Sie die Prüfspitzen eines Vielfachmegeraets (im Gleichspannungsbereich) an die Punkte + und - des Gleichrichters (Masse/Common/schwarz an Minusmarkierung auf der Leiterplatte).



Nach Wiedereinschalten des Trafos können Sie nun eine Spannung in Höhe von ca. 80% der Eingangswchselfspannung messen. Mit dem Oszilloskop ist ein positiver Wellenkamm mit Spitzen etwa 30% über der Effektivwchselfspannung am Eingang sichtbar.

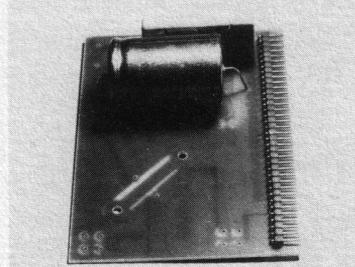


Wenn Sie diese Beobachtungen nicht machen können, wurde der Gleichrichter falsch eingebaut oder beim Einlöten zerstört.

Ist alles in Ordnung, schalten Sie den Trafo wieder ab und fahren fort mit der Bestückung des

#### >Elektrolytkondensators

Einsetzen in Position C1, und zwar so, daß der Draht, der im Bestückungsdruck mit + bezeichnet ist, mit der Kerbe und der Plus-Markierung am Elko übereinstimmt. Wenn man die Anschludrahte auf der Lötseite etwas spreizt, kann man die Leiterplatte herumdrehen, ohne daß der Kondensator herausfällt.



Anschlüsse verlöten (Polarität nochmal kontrollieren) und Restdraht abschneiden. Nun gleich die nächste Prüfung:

#### Test 2

Der Elektrolytkondensator dient der Glättung der welligen positiven Spannung am Gleichrichterausgang. Er wird mit der Spitzenspannung aufgeladen und fällt dann unter Last hinter jedem Wellenzug etwas in der Spannung ab.

Mit dem Vielfachmeßgerät läßt sich eine Spannung etwa 20% über der Eingangsspannung messen, auf dem Oszilloskop sieht die Kurve etwa so aus:



War der Kondensator falsch gepolt, hat er sich jetzt bereits mit Knall und Gestank verabschiedet.

Nächste offene Position der Stückliste ist der

>Spannungsregler

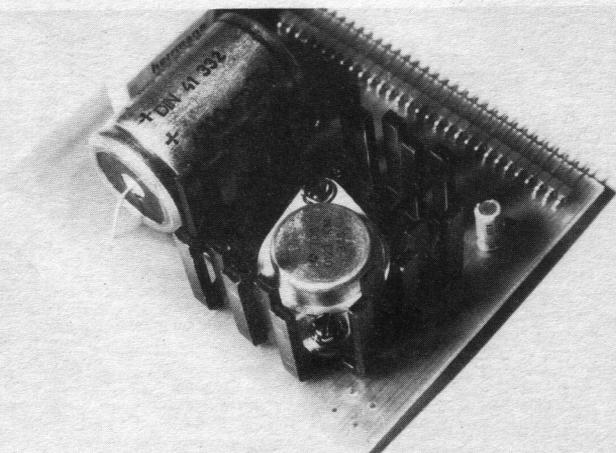
Hier wird's wieder schwierig, da der Regler auf einen Kühlkörper montiert werden muß. Der Regler ist asymmetrisch, daher kann er nicht falsch herum eingebaut werden. Im Kühlkörper sind entsprechende Bohrungen vorhanden.

Die Schrauben werden mit Lötflanke (im Bild links unten) auf einer Seite und mit Unterlegscheibe auf der anderen Seite versehen und so montiert, daß die Schraubenköpfe, Lötflanke und Scheibe auf der Lötseite sind. Die Lötflanke kommt auf die Schraube, neben deren Loch "Lötseite" auf der Platine steht. Auf der Bestückungsseite werden aufgesetzt:

- a) der Kühlkörper
- b) der Spannungsregler
- c) je eine Mutter.

Nun werden die Schrauben festgezogen, und zwar so, daß das lange Ende der Lötflanke auf eine Stelle der breiten Leiterbahn darunter kommt, die nicht mit Lötstopmaske bedeckt ist.

Löten Sie nun die beiden Anschlußstifte des Spannungsreglers an. Danach wird die Lötflanke mit der Leiterbahn darunter verlötet. Hier dauert die Lötung erheblich länger, da viel Metallfläche aufzuheizen ist. Wenn Sie eine 60W- oder 100W-LötKolben zur Verfügung haben, sollten Sie den für diese (nur diese) Lötung einsetzen.



Der Kondensator C4, ein Tantalkondensator, ist das nächste Bauteil. Ein Tantal-Elko ist eine Sonderform eines Elektrolytkondensator, man muß also auf die Polarität achten. Das auf dem Bauteil aufgedruckte Plus muß durch das auf dem Bestückungsdruck so bezeichnete Loch gesteckt werden. Ansonsten wieder auf der Lötseite spreizen und anlöten.

Vor dem nächsten Test müssen noch die Kondensatoren C2 und C3 eingelötet werden.

Die beiden 100nF->Keramik-kondensatoren befinden sich in der Klarsichttüte mit den Kleinbauteilen und sind bezeichnet mit 100n oder 104. Führen Sie die Drähte durch die beiden Löcher an den Endpunkten des mit C2 bezeichneten Schaltsymbols. Setzen Sie den Kondensator recht nah zur Platine, etwa so, daß man auf der Bestückungsseite einen Millimeter von den Anschlußdrähten sieht. Dabei darf keine Gewalt angewendet werden, insbesondere dürfen Sie nicht an den Drähten zerren. Sitzt der Kondensator richtig, dann spreizen Sie die Drähte auf der Lötseite etwas, bis man die Platine umdrehen kann, ohne daß der Kondensator herausfällt.

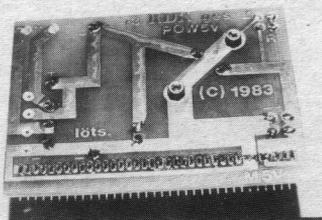
Verfahren Sie mit C3 in der gleichen Weise.

Entfernen Sie die auf der Lötseite überstehenden Anschlußdrähte des Reglers und der Kondensatoren C 2 bis C4.

An diesem Punkt kann wieder getestet werden, diesmal schon die stabilisierte Ausgangsspannung von 5V.

### Test 3

Es wurden jetzt viele Stellen verlötet, so daß sich ein optischer Test vor dem elektrischen empfiehlt. Prüfen Sie genau, möglichst mit einer Lupe, alle Lötstellen auf einwandfreies Aussehen. Suchen Sie auch neben den Lötstellen nach Lötzinnresten. Wenn so ein Lötzinnspritzer unbeabsichtigt zwei Leiterbahnen verbindet, kann die Schaltung möglicherweise nicht funktionieren, eventuell können sogar Bauteile zerstört werden.



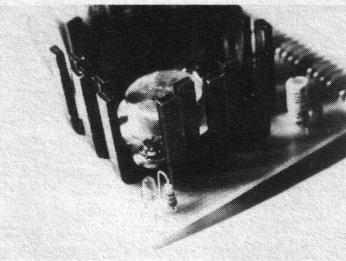
Im folgenden elektrischen Test wird die Ausgangsspannung gemessen. Suchen Sie zunächst Befestigungsmöglichkeiten für Ihre Prüfspitzen. Plus-Ausgang ist beispielsweise am Tantalelko oder an der Steckerleiste, dort wo "5V" steht. Masse ist an der Lötfläche, am Tantal und an der mit "M" bezeichneten Stelle der Steckerleiste.

Wenn Sie das Meßgerät in einen Bereich gestellt haben, in dem man +5V Gleichspannung gut beobachten kann, können Sie den Transformator einschalten. Das Meßgerät muß sofort die korrekte Spannung anzeigen. Wenn nicht, überprüfen Sie bitte die Spannung direkt an den Anschlußstiften des Reglers (Eingang ist auf der Seite, wo "POW5V", Ausgang da, wo "(C) 1983 RDK" steht).

Eine Toleranz der Reglerspannung von 5% ist zulässig.

Die Baugruppe wird komplettiert durch eine Leuchtdiode mit zugehörigem Vorwiderstand und die Bus-Steckerleiste.

Der Widerstand R1 wird stehend eingebaut, also so, daß der Rohrkörper senkrecht zur Platine steht. Ein Anschluß wird zweimal rechtwinklig geknickt, so daß die beiden Anschlußdrähte 5mm Abstand voneinander haben. Dann wie bei den Kondensatoren spreizen und einlöten.



Die Leuchtdiode über dem Widerstand folgt als nächstes Teil. Auch hier muß auf die richtige Lage der Anschlüsse geachtet werden:

Das kurze Bein bzw. die abgeflachte Seite muß an den Punkt, der im Bestückungsplan durch den Strich am Diodesymbol gekennzeichnet ist (Kathode).

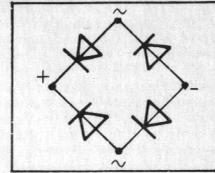
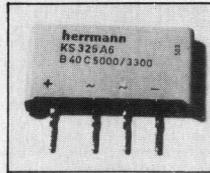
#### Endtest

Befestigen Sie Ihr Meßgerät an den mit 5V und Masse bezeichneten Stiften der Steckerleiste und schalten Sie den Trafo ein.

Am Meßgerät müssen die 5V +5% ablesbar sein, die Leuchtdiode muß ständig leuchten. Prüfen Sie, ob keine anderen Steckerstifte spannungsführend sind, insbesondere die benachbarten. Wenn Sie einen Hochlastwiderstand mit ca. 2 bis 3 Ohm und ca. 15W Belastbarkeit zur Verfügung haben, schließen Sie diesen parallel zu den Ausgangsstiften an. Prüfen Sie nun unter Last, ob die Spannung zusammenbricht. Wenn das festgestellt wird, ist der Trafo nicht ausreichend leistungsstark.

## BAUELEMENTE

Gleichrichter

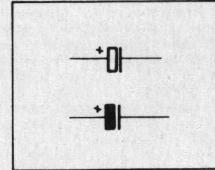
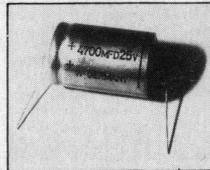


Ein Gleichrichter wandelt eine Wechselspannung an den Eingängen ( ) in eine pulsierende Gleichspannung an den Ausgängen. Während die Eingänge beliebig verwechselbar sind, sind die Ausgänge "gepolt", es gibt einen Plus-Ausgang (+) und einen Minus-Ausgang (-). Der Minus-Ausgang wird üblicherweise an den gemeinsamen Bezugspunkt des Gesamtgeräts gelegt. Dieser Bezugspunkt, der als 0-Potential betrachtet wird und gegen den alle Spannungen gemessen werden, heißt deswegen Chassis, Masse oder Ground bzw. GND (engl.).

Es gibt verschiedene Gleichrichter-Bauformen, für die Leistungsstufe 3A ist jedoch die auf der Platine mit G12 bezeichnete üblich. Hier hat der Plus-Anschluß einen größeren Abstand als die anderen Anschlüsse untereinander. Der Gleichrichter ist nur dann korrekt eingebaut, wenn sein Gehäuse auf der Platinenoberfläche bündig aufliegt. Die Bezeichnungen auf dem Bestückungsdruck stimmen dann überein mit dem auf den Gleichrichter aufgedruckten Symbolen. Die Bezeichnung B40 C5000/3300 bedeutet:

- |              |  |
|--------------|--|
| B)           | Brückengleichrichter (bestehend aus 4 Gleichrichterdioden)   |
| 40)          | Max. zulässige Eingangs-Wechselspannung 40V  |
| C 5000/3300) | Max. zulässige Stromentnahme bei Kühlung durch Kühlkörper 5000mA (5A), bei Freiluftkühlung 3300mA (3,3A) |

Elektrolyt-Kondensator



Ein Kondensator ist ein Ladungsspeicher. Erläßt sich durch Anlegen einer Spannung aufladen und behält diese Spannung für lange Zeit, auch wenn die Spannungsquelle entfernt wurde. Wird eine Last (z.B. der Computer oder eine Lampe) zum Kondensator parallelgeschaltet, entläßt sie den Kondensator wieder. Je größer die "Kapazität" (das Ladungsvermögen) des Kondensators ist und je kleiner die Last (der Laststrom), desto größer ist die Entladezeit. Einbrüche in der Ladespannung oder plötzliche Lastschwankungen werden durch einen Kondensator geglättet. Ein Kondensator hat bei der Verwendung im NDR-Klein-Computer fast ausschließlich die Aufgabe, Lastschwankungen so auszugleichen, daß die Spannung möglichst konstant bleibt. Dabei ist jeweils ein Kompromiß zu schließen zwischen mechanischer Größe und nötiger Kapazität. Auf der Netzteil-Platine ist der Kondensator ein sehr wichtiges Bauteil, so daß ein sehr großer eingesetzt wird.

Bei gleicher Baugröße lassen sich mit einem "Elektrolyt"-Kondensator etwa 1000fach höhere Kapazitätswerte erzeugen als mit einem normalen Kondensator. Nachteil: Der Elektrolytkondensator, meist zu Elko abgekürzt, ist gepolt, man muß beim Einsatz also auf die richtige Polung achten. Andernfalls findet eine elektrochemische Reaktion statt, die den Kondensator explodieren läßt.

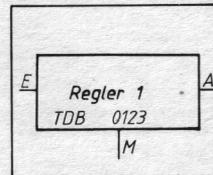
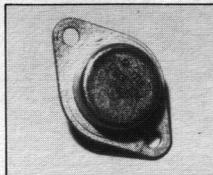
Die Kapazität wird in "Farad" angegeben, selbst riesige Kondensatoren erreichen jedoch selten diesen Wert. Elkos werden meist in  $\mu\text{f}$  angegeben, also in Millionstel Farad. Der Elektrolytkondensator im Netzteil, der größte im ganzen Computer, hat 4700  $\mu\text{f}$ , also 4,7tausendstel Farad.

Die Polung ist auf dem Kondensatorgehäuse abzulesen. An der Seite des Plus-Anschlusses ist eine ringförmige Kerbe im Flkagehäuse, meist ist zusätzlich noch ein "+"-Zeichen aufgedruckt. Der Minuspol ist mit dem Kondensatorgehäuse, dem "Becher" identisch, an der Seite des "-"-Abgangs ist ein Ring aufgedruckt. Im Bestückungsdruck und im Schaltbild ist der "+"-Anschluß eines Kondensators besonders gekennzeichnet, entweder durch ein Pluszeichen, ein offenes Rechteck oder beides.

Die zulässige Spannung für den Flko ist zusammen mit dem Kapazitätswert in Klartext aufgedruckt, sie darf auf keinen Fall überschritten werden, dagegen ist auch der Betrieb bei einer viel kleineren Spannung nicht ungünstig, wenn die mechanische Größe nicht stört. Bei der Auswahl der Mindestspannung für den Kondensator ist Vorsicht geboten, denn hinter dem Gleichrichter kann nahezu der Scheitelwert der Wechselspannung auftreten, der ca. 1,414 mal höher ist als die mittlere Spannung (Effektivspannung), die von einem Meßgerät angezeigt wird. Bei 12V Eingangsspannung ist die Scheitelspannung knapp 17V, abzüglich der Gleichrichterverluste bleiben gut 15V. Der auf POW5V eingesetzte Kondensator ist mit 16V max. spezifiziert, Eingangsspannungen über 12V zerstören daher der Kondensator.

Spannungs-  
regler,

Stabilisator

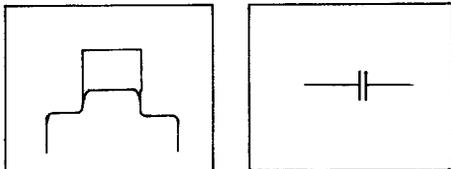


Der Spannungsregler ist eine integrierte Schaltung, obwohl er aussieht wie ein einfacher Leistungstransistor. Integrierte Schaltungen enthalten eine Vielzahl von Transistoren, Dioden und anderen Bauteilen, die alle auf einem winzigen Siliziumplättchen "integriert" sind. Das "TO3"-Transistorgehäuse hat 3 Anschlüsse, davon sind zwei als Stifte ausgeführt, ein Anschluß wird durch das Gehäuse selbst dargestellt. Beim TDB 0123 liegt der Masseanschluß am Gehäuse. Die Stiftanschlüsse sind nicht mittig angeordnet. Betrachtet man den Regler von unten und dreht ihn so, daß die Stifte in der oberen Hälfte liegen, so ist links der Stift 1, der Eingang des Reglers. Am rechten Stift (2) kann die konstante Ausgangsspannung abgenommen werden.

Der Regler besteht aus den Funktionsgruppen Referenzspannungserzeugung, Regelwerterzeugung, Längstransistor, Übertemperaturschutz und Kurzschlußschutz. Die Eingangsspannung vom Glättungskondensator wird mit der internen Referenzspannung verglichen, aus dem Vergleich und einer Strommessung wird eine Regelspannung für den Längstransistor erzeugt. Der Längstransistor ist in diesem Fall als Ventil zwischen Eingang und Ausgang zu betrachten, er ändert seinen Widerstand in Abhängigkeit vom Strom und Eingangsspannung. Der Widerstand wird umso größer, je höher die Eingangsspannung und je niedriger der entnommene Strom ist. Dadurch fällt immer exakt soviel Spannung über dem Längstransistor ab, daß am Ausgang konstant 5 Volt zu messen sind.

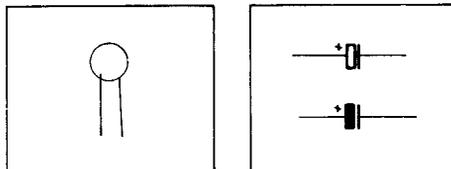
Die "abfallende" Spannung wird in Wärme umgesetzt, die bei höheren Strömen jedoch nicht allein durch das Gehäuse abzuführen ist, so daß der Regler auf einem Kühlkörper montiert werden muß.

Der Regler hat interne Sicherungsschaltungen, die bei zu hoher Temperatur oder Überlastung des Ausgangs den Strom auf weit unter 1A absenken.

Keramik-  
Kondensator

Die prinzipiellen Eigenschaften des Keramik Kondensators entsprechen denen des oben beschriebenen Elektrolytkondensators. Auch der Keramik kondensator ist ein Ladungsspeicher, allerdings baufornbedingt mit wesentlich kleinerer Kapazität als ein Elko. Ein Keramik Kondensator ist sehr reaktionsschnell, so daß er bei ganz kurzen Impulsen schneller ausgleichen kann als ein Elko. Der Keramik Kondensator wird also häufig dicht neben integrierten Digitalschaltungen eingesetzt, um Spannungsschwankungen durch schnelle Schaltvorgänge, Nadelimpulse etc. auszugleichen.

Im Netzteil kombiniert man häufig einen Tantal-Elko und einen Keramik kondensator, um optimale Reaktionszeiten für alle Arten von Lastschwankungen zu erreichen. Ein Keramik Kondensator hat zwei Anschlüsse, die zu einer Seite abgehen. Er kann beliebig eingesetzt werden, da er anders als ein Elko oder Tantalelko ungepolt ist. Keramik Kondensatoren gibt es in Werten zwischen 1 Picofarad (pF, millionstel Mikrofarad) und 470 Nanofarad (nF, tausendstel Mikrofarad). Der Aufdruck erfolgt manchmal in einem 3-Ziffern-Code, bei dem die ersten beiden Ziffern den Wert bestimmen und die letzte Ziffer die Zahl der Nullen hinter diesem Wert, bezogen auf Picofarad. 103 bedeutet demnach  $10.000 \text{ pF} = 10 \text{ nF}$ , 224 entspricht  $220000 \text{ pF}$ , also  $220 \text{ nF}$ . Beim Einbau eines Keramik Kondensators dürfen die Anschlußdrähte nicht gewaltsam auseinandergezogen werden, da dabei die spröde Keramik leicht bricht.

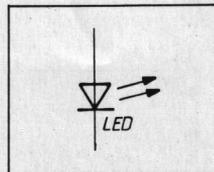
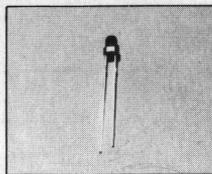
Tantal-  
Elektrolyt-  
Kondensator

Der Tantalelko ist eine Sonderbauform des Elektrolytkondensators. Gegenüber herkömmlichen Elkos haben Tantalkondensatoren eine höhere Kapazität pro Volumeneinheit, schnellere Reaktionszeit und kleinere Verluste. Sie sind jedoch viel teurer und empfindlicher gegen Überspannung.

Übliche Werte für Tantalelkos sind 0,1 uF bis etwa 47 uF, die Spannungsfestigkeit ist 25-50V für die kleinen Kapazitäten und nur noch 6V für einen üblichen 47uF Tantalelko. Kapazität und Spannung sind aufgedruckt, die Spannung wird dabei meist durch den Anhang "V" gekennzeichnet, z.B. 22/16V. Ein "+"-Symbol kennzeichnet den Pluspol.

Zum Abblocken von Spannungseinbrüchen verteilt man mehrere Keramik Kondensatoren auf einer Baugruppe, möglichst nahe bei den Versorgungsanschlüssen der integrierten Schaltungen, und setzt einen Tantalkondensator an die Steckerleiste mit der Spannungszuführung für die Platine.

Leuchtdiode  
(LED)



Wie der Name schon sagt, ist die Leuchtdiode eine Sonderform einer Halbleiterdiode, die Wellen im sichtbaren Bereich abgibt. Leuchtdiode wird oft zu LED abgekürzt, was eigentlich die Abkürzung der englischen Bezeichnung (Light Emitting Diode) ist.

Der optische Effekt kommt zustande bei Betrieb in Durchlaßrichtung, üblicherweise also mit der Kathode an Masse. Damit der maximale Strom durch die Diode nicht überschritten wird, schaltet man einen Widerstand in Reihe, der den Strom auf ca. 5-20mA begrenzt. Auf der POW 5V ist das der R1 unter der LED.

Nach dem ohmschen Gesetz ist der Widerstand wie folgt zu berechnen:

$$R = \frac{U}{I}, \text{ genauer: } R = \frac{U_b - U_d}{I_d}$$

mit  $U_b$ = Betriebsspannung,  $U_d$ = Durchlaßspannung (Abfall) und  $I_d$ = Durchlaßstrom.  $U$ = Spannung in Volt,  $I$ = Strom in Ampere und  $R$ = Widerstand in Ohm.

Bei der POW 5V ist die Betriebsspannung 5V (die LED liegt am Ausgang des Reglers), die Diode hat ca. 1,5V Spannungsabfall in Durchlaßrichtung und der gewünschte Strom ist 10mA (0,01A). Also:

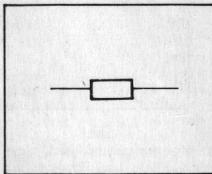
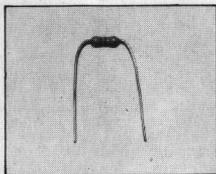
$$R = \frac{5 - 1,5 \text{ V}}{0,01 \text{ A}} \quad \text{entsprechend } 350 \text{ Ohm}$$

Da 350 Ohm kein Normwert ist, wird für den Strombegrenzungswiderstand der nächstgelegene gewählt, nämlich 330 Ohm.

Im Schaltbild und auf dem Bestückungsdruck kennzeichnet das Dreieck die "Anode" der Diode, der Strich dagegen die "Kathode". Wenn die Diode leuchten soll, muß sie mit der Anode an die positivere Seite der Schaltung, mit der Kathode an die negativere.

Die Lage des Widerstands ist beliebig, er muß nur ein Ende der Diode zu einem Spannungspol "verlängern". Verpolung der Diode schadet nicht, sie leuchtet allerdings dann nicht. Bei Betrieb ohne Strombegrenzungswiderstand hingegen leuchtet die Diode einmal kurz und hell auf - nur einmal !

Widerstand



Ein Widerstand begrenzt den Stromfluß in einem Stromkreis, es tritt ein Spannungsabfall "über" dem Widerstand auf. Die dabei verbrauchte Leistung wird in Wärme umgesetzt. Der Stromfluß berechnet sich nach dem ohmschen Gesetz, siehe bei Leuchtdiode.

Der Widerstand wird in "Ohm" angegeben, da sehr große Werte üblich sind, oft auch in Kiloohm (K) oder Megohm (M). Ein Kiloohm entspricht 1000 Ohm, 1 Megohm entspricht 1000 KOhm.

Neben dem Widerstandswert ist noch die Belastbarkeit interessant, das ist die Leistung, die über dem Widerstand abfallen darf. Die beim NDR-Klein-Computer eingesetzten Widerstände haben eine Belastbarkeit von 0,25 Watt. Beim Leuchtdiodenbeispiel ist die wirkliche Belastung weit geringer, nämlich:

$$(U \times I = P) \quad 3,5V \times 0,01A = 0,035W$$

Widerstände werden nicht mit einer Wertangabe bedruckt, sondern mit einer Farbcodierung, die den Wert angibt. Mehrfache Widerstände haben vier Ringe, drei dicht nebeneinander, die den Wert angeben und einer separat, der die Toleranz des Wertes angebt.

## Farbcodetabelle

Farbe	1. Ring = 1. Ziffer	2. Ring = 2. Ziffer	3. Ring = Anzahl der Nullen
schwarz	0	0	0
braun	1	1	1
rot	2	2	2
orange	3	3	3
gelb	4	4	4
grün	5	5	5
blau	6	6	6
violett	7	7	7
grau	8	8	8
weiß	9	9	9
gold	—	—	Wert · 0,1
silber	—	—	Wert · 0,01

4. Ring = Toleranz	gold ± 5%	silber ± 10%	kein Ring (fehlt) ± 20%
-----------------------	--------------	-----------------	----------------------------

## Beispiele:

Braun/Schwarz/Orange - Gold : 1 0 (x1000) = 10000 Ohm = 10kOhm 5%  
 Orange/Orange/Braun - Gold : 3 3 (x10) = 330 Ohm 5%  
 Gelb/Violett/Rot - Rot : 4 7 (x100) = 4700 Ohm = 4,7kOhm 2%

Ein Widerstand hat zwei Anschlußdrähte und darf beliebig eingebaut werden, ohne auf Polarität zu achten.

#### Kleingedrucktes

Unsere allgemeinen Geschäftsbedingungen sind Grundlage aller Verträge mit unseren Kunden.

Die Leiterplatten, Bausätze und Fertigbaugruppen werden von uns geliefert als Begleitmaterial zu dem Buch von Rolf Dieter Klein "Mikrocomputer - selbst gebaut und programmiert" sowie zur darauf aufbauenden NDR Schulfernsehendereihe "Mikroelektronik".

Wir haben die Leiterplatten und die verwendeten Bauteile auf Übereinstimmung mit den Unterlagen des Autors überprüft und teilweise nach seinen Angaben revidiert. Wir übernehmen jedoch keine Gewähr für die Funktion der Schaltung, die über diese Übereinstimmung mit den Originalunterlagen hinausgeht.

Branchenüblich können wir keine Garantie auf die einwandfreie Funktion der gelieferten Bauelemente übernehmen, da diese werksseitig nur in Stichproben überprüft werden. Eine Fehlergrenze von unter 2 Promille gilt dabei als akzeptabel. Fertigbaugruppen werden auf Funktion geprüft. Da durch bloßes Verstecken der Baugruppe im Bus eine Zerstörung eintreten kann, sind Reklamationen jedoch auch hier ausgeschlossen.

Wir unterhalten eine Serviceabteilung für von uns gelieferte Bausätze und Fertigbaugruppen.