

Weidezaungerät

In Abständen von ca. 2 s erzeugt diese Schaltung Hochspannungsimpulse von ca. 2000 V (!) wie sie für den Einsatz an Weidezäunen benötigt werden.

Aufgrund der hohen Impulsenergie darf die Schaltung ausschließlich von Fachleuten aufgebaut und in Betrieb genommen werden, die aufgrund ihrer Ausbildung mit den einschlägigen Sicherheitsvorschriften genauestens vertraut sind.

Allgemeines

Zur Eingrenzung von Weideflächen bedient man sich nicht selten der Hilfe moderner Elektronik. Der elektrische Weidezaun besteht aus einer blanken Leitung (z. B. nichtrostender Stahldraht), die an Pfosten montiert die einzugrenzende Weidefläche einschließt. Wesentlich ist hierbei, daß die blanke Leitung sehr sorgfältig, hochspannungsfest isoliert wird, d. h. die Montage an den Haltepflocken erfolgt über entsprechende Isolatoren.

Die prinzipielle Funktionsweise ist aus Bild 1 ersichtlich.

Ein Pol des eigentlichen Weidezaungerätes ist mit der Erde verbunden (z. B. über einen Metallpflock), der andere Pol wird an die blanke Weidezaunleitung angeschlossen.

Im Abstand von einigen Sekunden gibt jetzt das Weidezaungerät einen Hochspannungsimpuls auf die blanke Einzäunungsleitung. Durch witterungsbedingte Einflüsse wird diese Ladung jedoch mehr oder weniger schnell wieder abgebaut.

Bei Berührung der Leitung durch ein Tier, schließt sich der Stromkreis über den Körper des Tieres, d. h. der auf die blanke Einzäunungsleitung gegebene Hochspannungsimpuls fließt über den Körper des Tieres zur Erde ab und damit zum geerdeten Pol des Weidezaungerätes.

Aus Sicherheitsgründen sowie zur Erzielung eines autarken Betriebes werden die meisten Weidezaungeräte aus einer Batterie gespeist.

Hinsichtlich der abgegebenen Impulsenergie sowie der gesamten Konstruktion gibt es sehr genaue und strenge VDE-Bestimmungen. Diese sind unbedingt zu berücksichtigen. Der Aufbau eines entsprechenden Weidezaungerätes und die damit verbundene Inbetriebnahme der hier vorgestellten Schaltung darf daher ausschließlich von Fachkräften erfolgen, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu autorisiert und mit den einschlägigen Sicherheitsvorschriften genauestens vertraut sind.

Da sowohl der Innenwiderstand des Tierkörpers als auch der Erdwiderstand starken Schwankungen, nicht zuletzt im Hinblick auf den Standort des Tieres unterworfen sind, ist es erforderlich, einen hohen Spannungsimpuls zu erzeugen, damit eine bestimmte Energiemenge durch den Tierkörper hindurchfließen kann, woraufhin der Effekt entsteht, daß sich die in der Einzäunung befindlichen Tiere vor der Berüh-

rung der Weidezaunleitung und den damit verbundenen Stromschlägen hüten.

Kommt versehentlich ein Mensch mit der Weidezaunleitung in Berührung, so kann der Spannungsimpuls von sehr stark bis hinunter zu kaum spürbar empfunden werden. Dies ist im wesentlichen von der Isolierung der betreffenden Person abhängig. Dicke trockene Wollsocken in Verbindung mit hohen, ebenfalls trockenen Gummistiefeln bewirken eine gute Isolation, so daß selbst die hohe 2000 V Spannung einen schwer zu überwindenden Widerstand entgegengesetzt bekommt — es fließt ein kaum spürbarer Strom zur Erde ab. Ist hingegen das Schuhwerk feucht oder steht die betreffende Person im nassen Gras, wird der volle Impulsstrom wirksam.

Achtung:

Kinder, ältere Menschen sowie Personen mit „schwachem Herzen“ sollten daher unbedingt die Berührung mit diesem Gerät sowie mit Weidezäunen im allgemeinen vermeiden. Es besteht Lebensgefahr.

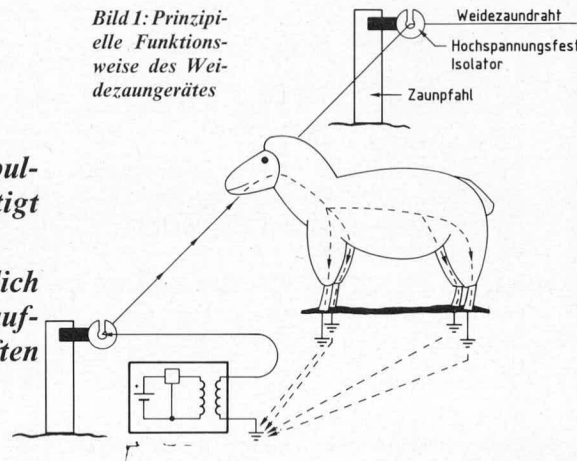
Nicht zuletzt aus vorstehend genannten Gründen müssen entsprechende Warnschilder gut sichtbar und in ausreichender Zahl im Bereich elektrischer Weidezäune aufgestellt werden.

Abschließend möchten wir noch folgende wichtige Hinweise anfügen:

Im Verlauf der hier vorgestellten Entwicklung haben sich die Ingenieure des ELV-Teams selbstverständlich sowohl mit den einschlägigen Sicherheitsbestimmungen als auch mit den praktischen Gegebenheiten vertraut gemacht. Auch, wenn manchem die Warnung zur Vorsicht als übertrieben erscheinen mag, so ist die mit Hochspannungsimpulsen sowie Hochspannungen im allgemeinen verbundene Gefahr nicht zu unterschätzen.

Besonders gefährlich wird es allerdings, wenn Geräte mit wesentlich stärkeren Impulsleistungen, die nicht mehr den VDE-Bestimmungen entsprechen, zum Einsatz kommen. Da letztgenannte Fälle leider durchaus vorkommen, wie wir aus Fachkreisen erfahren haben, sollte man grundsätzlich bei elektrischen Weidezäunen größte Vorsicht walten lassen und nicht „aus Spaß mal eben anfassen“. Handelt es sich nämlich um ein Gerät, das nicht den VDE-Bestimmungen entspricht, können die Stromstöße in höchstem Maße lebensbedrohlich sein.

Bild 1: Prinzipielle Funktionsweise des Weidezaungerätes



Doch kommen wir nun zur Beschreibung der im ELV-Labor entwickelten Schaltung des Weidezaungerätes.

Zur Schaltung

Der Transistor T 1 ist mit seiner Zusatzbeschaltung als Sperrschwinger geschaltet und dient zur Erzeugung der Ladespannung für den Impuls-Speicher-Kondensator C 7.

L 3 ist hierbei die Primärwicklung, während über L 2, R 2 und C 2 eine Rückkopplung auf die Basis von T 1 erfolgt. Hierdurch ergibt sich eine Mitkopplung und die Schaltung arbeitet als Oszillator.

Durch R 1 wird ein geringer Gleichstrom in die Basis von T 1 eingespeist, um den Gleichstrom-Arbeitspunkt festzulegen und die Voraussetzung für ein Anschwingen zu ermöglichen.

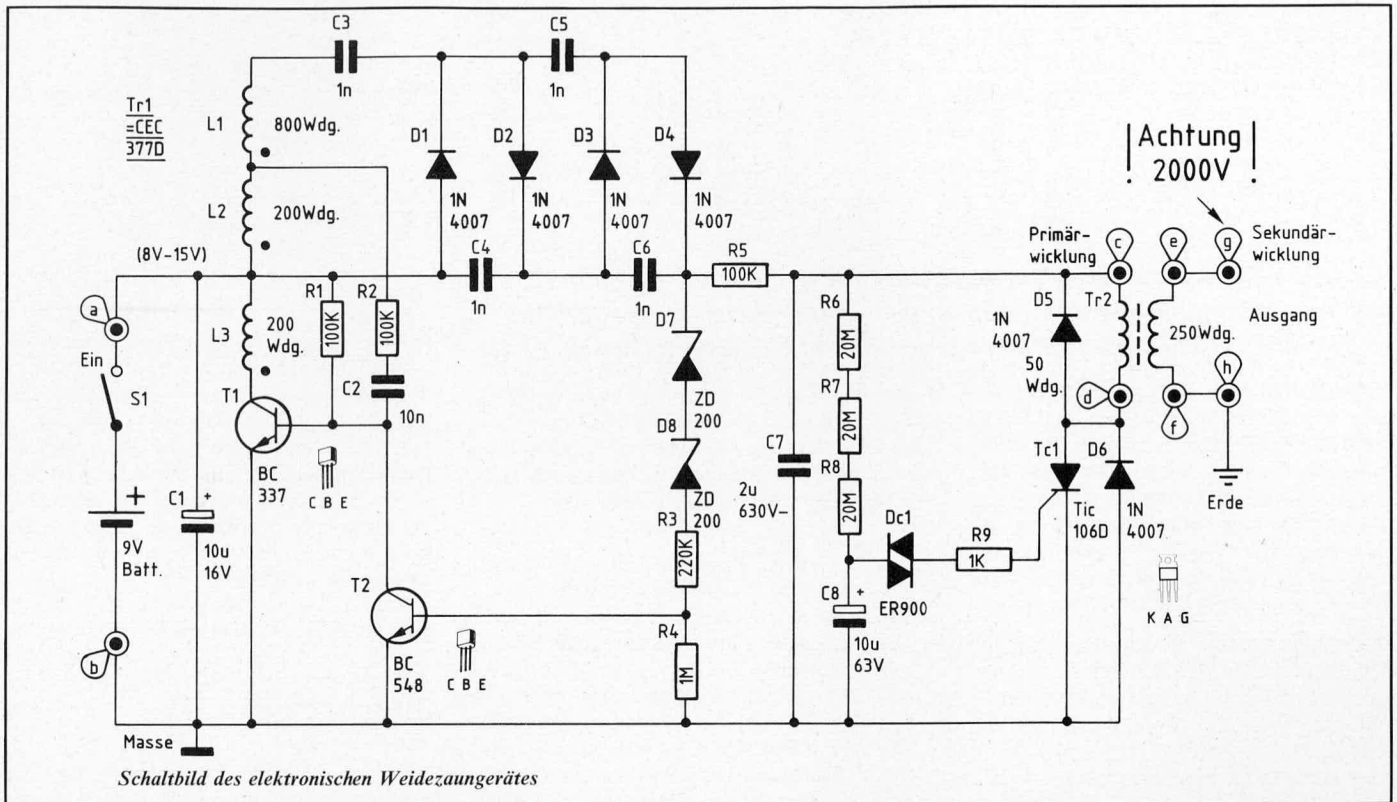
L 1 und L 2 zusammen bilden die Sekundärwicklung des Übertragers. Im Betrieb liegt hier eine Wechselspannung von ca. 200 V_{ss} an. Gemessen werden kann diese Spannung nur mit einem entsprechend spannungsfesten Oszilloskop, dessen Eingangswiderstand des Tastkopfes mindestens 10 MΩ beträgt.

Über die Spannungsvervielfacherschaltung C 3 bis C 6 in Verbindung mit D 1 bis D 4 wird diese Spannung auf bis zu 400 V hochtransformiert. Die genaue Spannung hängt vom Ladezustand des Impuls-Speicher-Kondensators C 7 ab, der über den Vorwiderstand R 5 aufgeladen wird. Die Aufladekurve von C 7 folgt ungefähr der e-Funktion.

Damit die Spannung nicht unkontrolliert steigen kann, wurde eine elektronische Spannungsbegrenzung eingebaut. Über die beiden Z-Dioden D 7 und D 8 sowie den Reihenwiderstand R 3 wird eine Rückkopplung auf die Basis des Regeltransistors T 2 vorgenommen. Die Kollektor-Emitter-Strecke dieses Transistors arbeitet auf die Basis des Oszillator-Transistors T 1.

Solange die Spannung an C 7 unter 400 V liegt, sind die beiden Z-Dioden D 7 und D 8 gesperrt, d. h. es fließt kein Strom in die Basis des Regeltransistors T 2. Über R 4 wird die Basis zusätzlich auf 0 V gehalten. T 2 ist gesperrt und der Sperrschwinger, aufgebaut mit T 1 und Zusatzbeschaltung, kann ungehindert arbeiten.

Steigt jetzt die Spannung über 400 V an,



Schaltbild des elektronischen Weidezaungerätes

werden D 7 und D 8 leitend, so daß über R 3 ein geringer Steuerstrom in die Basis von T 2 fließen kann. Dies wiederum bedeutet, daß über die Kollektor-Emitter-Strecke von T 2 von der Basis des Oszillator-Transistors T 1 ein Teilstrom abgezogen wird. Hierdurch wird der Sperrschwinger gedämpft bzw. die Schwingung kann kurzzeitig ganz abreißen.

Sobald die Spannung daraufhin unter 400 V abgefallen ist, sperren D 7 und D 8 sowie infolgedessen T 2. Der Sperrschwinger kann wieder voll arbeiten. Auf diese Weise ergibt sich eine wirksame, elektronische Spannungsbegrenzung. Die Eingangsspannung kann somit zwischen 8 V und 15 V schwanken, ohne die Arbeitsweise des Gerätes zu beeinträchtigen. Bei etwas eingeschränkter Leistung arbeitet die Schaltung sogar noch bis hinab zu 5 V Versorgungsspannung.

Gleichzeitig mit dem Aufladen des Impuls-Speicher-Kondensators C 7 wird über die Vorwiderstände R 6 bis R 8 der Trigger-Kondensator C 8 aufgeladen. Bei einer Spannung von ungefähr 35 V zündet der Diac Dc 1 des Typs ER 900. Es fließt über R 9 ein kurzer Impulsstrom in das Gate des Thyristors Tc 1 des Typs TIC 106 D, der daraufhin ebenfalls zündet. Hierdurch wird ein Stromkreis geschlossen, der aus C 7, der Primärwicklung des Übertragers Tr 2 sowie des Thyristors Tc 1 besteht, d. h. die volle Ladungsmenge, die sich im Impuls-Speicher-Kondensator C 7 befindet, entlädt sich in die Primärwicklung des Übertragers Tr 2.

Aufgrund des Übersetzungsverhältnisses von 1:5 steht auf der Sekundärseite des Übertragers ein Spannungsimpuls mit ungefähr 5facher Spannungshöhe, d. h. also ungefähr 2000 V an, der allerdings nur eine Länge von einigen Mikrosekunden aufweist.

Es muß unbedingt vermieden werden, die Sekundärwicklung, insbesondere auch beide Wicklungsenden, gleichzeitig zu berühren, da in diesem Fall der volle Impulsstrom nahezu ungehindert fließen könnte.

Nach erfolgter Entladung von C 7 und der Teilentladung von C 8 (über Dc 1) erfolgt automatisch ein erneuter Ladevorgang, Zündvorgang . . . , d. h. der Zyklus wiederholt sich ungefähr alle 2 Sekunden. Der erste Impuls nach dem Einschalten der Versorgungsspannung erfolgt nach ca. 2 Minuten.

Durch Verkleinern des Impuls-Speicher-Kondensators C 7 kann die Impulsenergie verringert werden, wobei auf eine ausreichende Spannungs- und Impulsfestigkeit des Kondensators Wert zu legen ist. Eine Vergrößerung ist nicht möglich, da der Ladevorgang zu lange andauern würde.

Die Stromaufnahme der Schaltung liegt bei ca. 15 mA, so daß ein Betrieb von 24 Stunden mit einer kleinen 9 V-Blockbatterie möglich ist. Im allgemeinen wird man zur Versorgung jedoch einen entsprechenden leistungsfähigen Akku heranziehen, der den Betrieb für ca. 1/2 Jahr sicherstellen kann (z. B. 12 V/68 A).

Zum Nachbau

Mit Ausnahme des Übertragers Tr 2, dessen detaillierte Anfertigung im weiteren Verlauf dieses Kapitels ausführlich beschrieben wird, ist der Nachbau dieser Schaltung recht einfach durchzuführen.

Zunächst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente, entsprechend dem Bestückungsplan, auf die Platine gesetzt und verlötet.

Der Ferrit-Übertrager Tr 1 wird so eingesetzt, daß der zur Kennzeichnung dienende, schwarze Kunststoffnippel zum Widerstand R 1 hinweist.

Sofern ein Kurzzeitbetrieb über eine 9 V-Blockbatterie vorgenommen werden soll,

kann diese, entsprechend der Abbildung, mit 3 Silberdrahtabschnitten, die unterhalb der Platine zu verlöten sind, befestigt werden.

Die Anfertigung des Übertragers Tr 2 geschieht wie folgt:

Zunächst wird die Primärwicklung mit ca. 50 Windungen Kupferlackdraht mit einem Durchmesser von ca. 0,22 mm aufgebracht. Entsprechend der Abbildung 2a beginnt man mit der Wicklung auf der einen Seite des Spulenkörpers, um auf der gegenüberliegenden Seite zu enden, d. h. man arbeitet sich innerhalb der 50 Windungen kontinuierlich von einer Seite zur anderen voran. Die Windungen brauchen hierbei nicht exakt nebeneinander zu liegen, sie sollten jedoch keineswegs „wild“ gewickelt werden.

Anschließend wird die Primärwicklung mit Isolierband (ersatzweise Tesafilm) sorgfältig umwickelt, wobei auch die Randbereiche, entsprechend Bild 2b, abzudecken sind.

Als nächstes wird die erste Lage von ebenfalls ca. 50 Windungen der Sekundärwicklung in gleicher Weise aufgebracht, wobei der Anfang dieser Wicklung, entsprechend Bild 2c, genau dem Anfang der Primärwicklung gegenüberliegt.

Nachdem ca. 50 Windungen aufgebracht wurden, sollte die 50. Windung jetzt auf der gegenüberliegenden Spulenseite liegen, so daß eine zusätzliche Isolierschicht aufgebracht werden kann (Bild 2d). Auch hier ist darauf zu achten, daß besonders an den Spulenkörperändern die Isolierung seitlich etwas hochgezogen wird, damit auch zuverlässig gewährleistet ist, daß zwischen den einzelnen Wicklungen keine Überschläge stattfinden können.

Jetzt wird die Sekundärwicklung weiter ausgeführt, d. h. eine weitere Schicht von

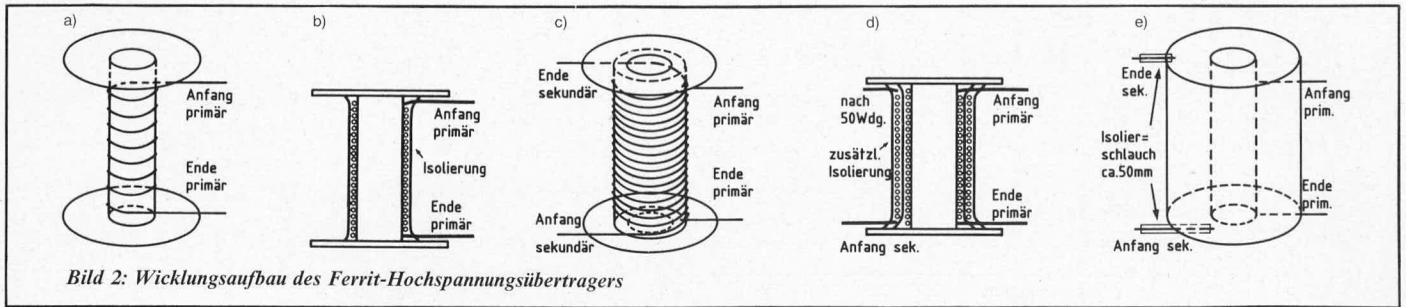


Bild 2: Wicklungsaufbau des Ferrit-Hochspannungsübertragers

50 Windungen folgt. Daran schließt sich wieder eine Isolierschicht an. Das ganze wiederholt sich so oft, bis die Sekundärwicklung aus 250 Windungen besteht. Hält man sich genau an vorstehende Wicklungsanweisung, so endet die 250. Windung der Sekundärwicklung genau gegenüber dem Anfang der Primärwicklung, entsprechend Bild 2e. Den Abschluß bildet eine weitere Isolierschicht, die zugleich zur Fixierung der oberen Wicklungslage dient.

Sowohl der Anfang als auch das Ende der Sekundärwicklung werden mit einem Stück Isolierschlauch (z. B. Reststück von einer isolierten Leitung) vor Spannungsüberschlägen beim späteren Herausführen aus dem Ferritkerngehäuse geschützt.

Anschließend werden auf den so gefertigten Spulenkörper die beiden Ferritkernhalbschalen aufgesetzt und mit einer Schraube M 4 x 30 mm und Mutter sowie einer Unterlegscheibe, entsprechend der Abbildung, mit der Platine verschraubt.

Die aus dem Spulenkörper herausragenden Leitungen werden auf das erforderliche Maß gekürzt und an den Enden vorsichtig von der Lackschicht befreit. Nun können sie mit den entsprechenden Platinenanschlüssen verbunden werden. Die

Primärwicklung wird an die Platinenanschlußpunkte „c“ und „d“ und die Sekundärwicklung an die Platinenanschlußpunkte „f“ und „e“ angelötet. Anfang und Ende der Wicklungen spielen hierbei keine Rolle. Lediglich Primär- und Sekundärwicklung dürfen selbstverständlich nicht vertauscht werden.

Vor der nun folgenden Inbetriebnahme wird als letzte Maßnahme geprüft, ob der von außen zugängliche Ferritkern des Übertragers Tr 1 soweit als möglich aufgeschraubt wurde. Hierzu nimmt man einen entsprechenden Schraubenzieher mittlerer Größe und dreht den Ferritkern zunächst etwas heraus (ca. 1/2 Umdrehung entgegen dem Uhrzeigersinn), um so ein Gefühl für den erforderlichen Kraftaufwand beim Verdrehen zu bekommen. Anschließend wird der Kern im Uhrzeigersinn soweit wie möglich gedreht, bis der Kraftaufwand spürbar ansteigt. Hier muß man unbedingt das nötige Fingerspitzengefühl walten lassen, da bei zu großem Kraftaufwand der Ferritkern zerspringt. Um die Übertragungsgüte zu optimieren, sollte kein unnötig großer Luftspalt im Übertrager bestehen bleiben. Man darf den Kraftaufwand zum Festziehen des Ferritkerns keinesfalls mit dem Anziehen einer Metallschraube

verwechseln, d. h. es dürfen nur verhältnismäßig geringe Kräfte angewandt werden. Ähnliches gilt beim Festziehen der Metallschraube zur Befestigung des Ferritkerns des Übertragers Tr 2, da hier die auftretenden Kräfte vom Ferritkern aufgenommen werden müssen. Zwar sollte die Schraube den Ferritkern sicher halten, jedoch nicht „hart“ angezogen werden. Zur Sicherheit wird zuletzt eine weitere Kontermutter aufgesetzt und diese so festgezogen, wie man es üblicherweise gewohnt ist, d. h. auf der Ferritkern-Oberseite befinden sich also 2 Muttern M 4. Hierdurch wird ein ungewolltes langsames Lösen der Verbindung auf Dauer vermieden.

Jetzt kann die Schaltung sachkundig einer ersten Prüfung unterzogen werden, indem eine 9 V Spannung angelegt und die Stromaufnahme gemessen wird. Sie sollte bei ca. 15 mA (10 mA bis max. 20 mA) liegen. Im 2 Sekundenrhythmus ist ein deutlich vernehmbares Knacken zu hören, das die impulsartige Entladung des Impuls-Speicher-Kondensators C 7 erkennen läßt. Arbeitet die Schaltung zur Zufriedenheit, kann sie in ein entsprechendes den VDE-Richtlinien und -Sicherheitsbestimmungen genügendes Gehäuse eingebaut und ihrem Bestimmungszweck zugeführt werden.

Stückliste:

Weidezaugerät

Widerstände

1 kΩ	.....	R 9
100 kΩ	.....	R 1, R 2, R 5
220 kΩ	.....	R 3
1 MΩ	.....	R 4
20 MΩ	.....	R 6, R 7, R 8

Kondensatoren

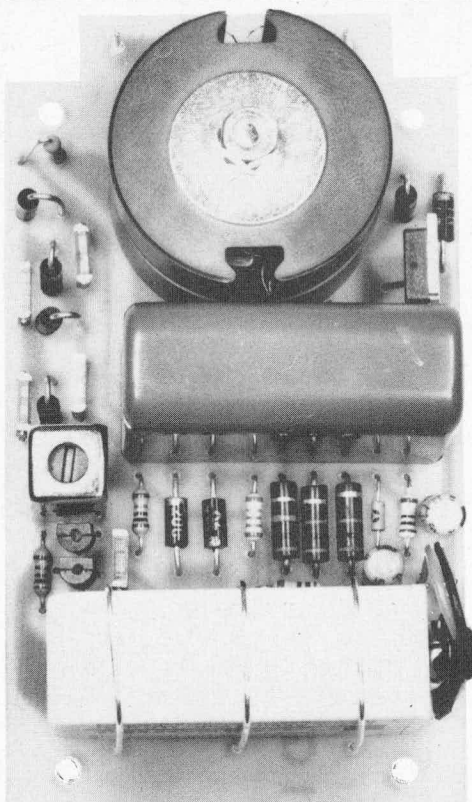
1 nF	.....	C 3, C 4, C 5, C 6
10 nF	.....	C 2
10 µF/16 V	.....	C 1
10 µF/63 V	.....	C 8
2 µF/630 V	.....	C 7

Halbleiter

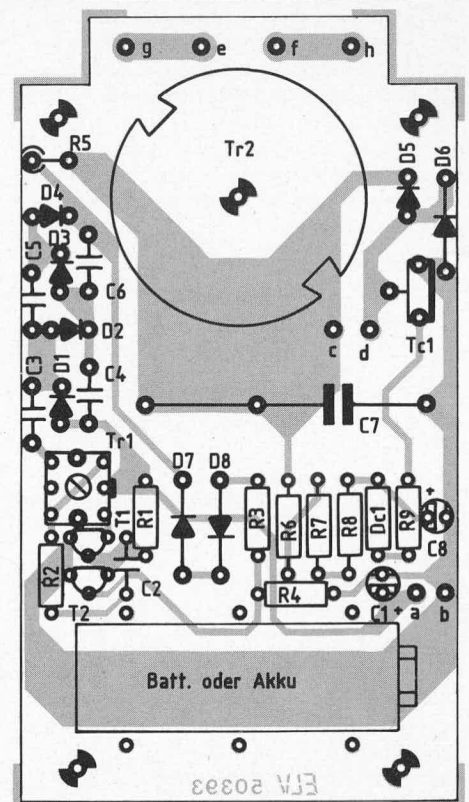
BC 337	.....	T 1
BC 548	.....	T 2
1 N 4007	.....	D 1-D 6
ZD 200	.....	D 7, D 8
ER 900	.....	Dc 1
TIC 106 D	.....	Tc 1

Sonstiges

CEC-D 377 S	.....	Tr 1
1 Kippschalter 1 x um	.....	S 1
9 V-Batterieclip		
8 Lötstifte		
15 m Kupferlackdraht 0,22 mm Ø		
1 Kern P 36/22 o. L. 3 H 1		
1 Wickelkörper		



Ansicht der fertig bestückten Platine des Weidezaugerätes



Bestückungsseite der Platine des Weidezaugerätes