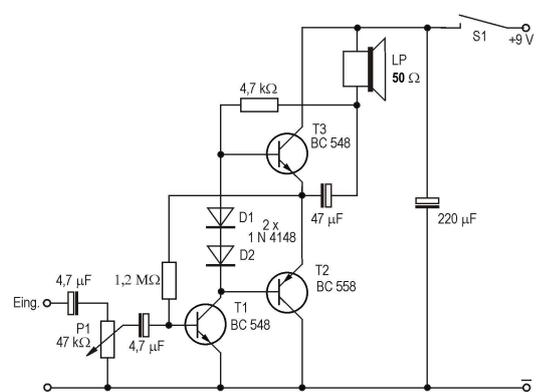


Mit dieser Schaltung kann das Kurzwellen-Audion mit einem Lautsprecher betrieben werden. Der Verstärker in Komplementärtechnik kommt mit wenigen Bauteilen aus. Er kann aber auch als Nachsetzer für viele Anwendungen und Projekte dienen, um ein kleines niederfrequentes Signal hörbar zu verstärken.

**Achtung: Elektronikeinsteiger sollten erst die Hinweise ab Seite 2 lesen!**

**Zur Funktionsweise:**

Den Stromlaufplan zeigt Bild 1. Über den Eingang des Potentiometers 47 kΩ der zur Lautstärkeeinstellung dient, gelangt die zu verstärkende niederfrequente Spannung an die Basis von Transistor T1, der als



**Bild 2: Schaltung von NF-Power**

**Diese Bauelemente benötigst du:**

- 1 Stück Widerstand 4,7 kΩ, 1 Stück Widerstand 1,2 MΩ,
- 2 Stück Potentiometer 47 Ω,
- 2 Stück Elektrolytkondensator 4,7 μF/16 V, 1 Stück Elektrolytkondensator 47 μF/16 V,
- 1 Stück Elektrolytkondensator 220 μF/16 V,
- 2 Stück Dioden 1 N 4148,
- 2 Stück Transistoren BC 547 C, 1 Stück Transistor BC 557 C,
- 1 Stück Miniatorschalter,
- 1 Stück Lautsprecher 50 Ω,
- 1 Stück Batterieclip,
- 1 Stück Blockbatterie 9 V,
- 1 Stück 3,5-mm-Klinkenbuchse,

**Diese Materialien benötigst du:**

1 Holzbrett 90 mm x 100 mm, 29 Stück Reißzwecken, Draht 0,5 mm, 1 Stück Isolierschlauch, An Werkzeugen sind ein kleiner Hammer, Seitenschneider, eine Flachzange sowie ein Lötkolben plus Zinn und Kolophonium notwendig. Eine Heißklebepistole mit Stick sowie eine Klebestift sind hilfreich.

**Aufbau der Schaltung**

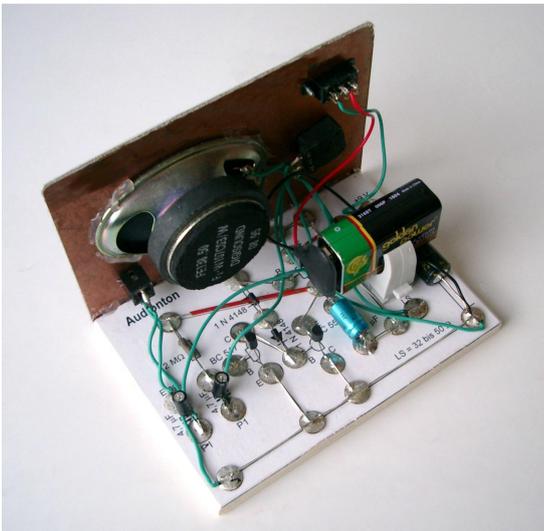
Wir kopieren die Zeichnung im Anhang und kleben sie auf ein Holzbrett mit den Maßen 90 mm x 100 mm. Anschließend sind alle Reißzwecken in die gekennzeichneten Kreise einzudrücken und mit einem kleinen Hammer einzuschlagen. Jetzt greifen wir zum Lötkolben und verzinnen alle Oberflächen, so dass sie schön silbern glänzen. Die verzinnten Reißzwecken dienen uns im nachfolgenden als Bauelementeträger.



**Bild 1: Ansicht des NF-Verstärkers**

Treiberverstärker fungiert. Herzstück sind jedoch die beiden in Komplementärschaltung arbeitenden Endtransistoren T2 und T3, deren gemeinsamer Ausgangswiderstand (Lautsprecher) jeweils an den Emitteranschlüssen liegen. Der Transistor T3 verstärkt die positive Halbwelle und T2 die negative Halbwelle der NF-Spannung.

Die Dioden D1 und D2 dienen dabei zur Arbeitspunkteinstellung. An den Emittern können dann die verstärkten Summensignale abgegriffen und dem Lautsprecher zugeführt werden, der die elektrischen Wellen in akustische umsetzt. Als Spannungsquelle dient uns eine kleine 9 V Block-batterie.



**Bild 3: Draufsicht**

Damit eine Funktionsüberprüfung erfolgen kann, müssen noch das Potentiometer, der Lautsprecher sowie der Batterieclip und die Eingangssignal- und Schalteranschlsse angelötet werden. Als Signalquelle dient dann ein Detektorempfnger, ein Generator oder ähnliches.

Für die Frontblende nimmt man entweder ein Sperrholzbrett und eine kupferkaschierte Platte mit den Abmessungen 90 mm x 130 mm. Die Maße für die Bohrungen und Bauteile-Aussparungen sind dem Bild im Anhang zu entnehmen, wobei eigentlich nur die des Schalters wichtig sind. Wie man die Schalllcher gestaltet und wo man das Potentiometer und die Eingangsbuchse hinsetzt, ist dem eigenen Geschmack überlassen. Auch die äußere Gestaltung kann jeder individuell ändern. So kann man die Platte mit einem Lack eigener Wahl streichen oder eine dekorative selbstklebende Folie benutzen.

Nun sind alle Verbindungen, die als schwarze Linien gezeichnet sind, mit einem dünnen Schaltdraht zu verbinden und mit den Trägern (Reißzwecken) zu verlöten. Überstehende Drähte sind mit einem Seitenschneider abzuknipfen. Nach erfolgter Lötung ist unbedingt eine Sichtkontrolle durchzuführen, denn spätere Änderungen sind recht schwierig durchzuführen.

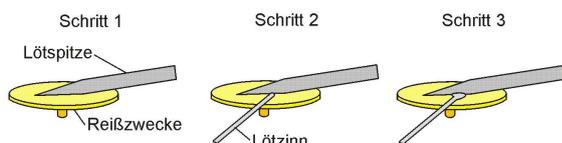
Sind wir mit den bisherigen Arbeiten zufrieden, können die Bauelemente angelötet werden. Dabei beginnen wir mit den beiden Widerständen, die flach aufzulöten sind. Anschließend kommen die Elektrolytkondensatoren (kurz Elko´s) an die Reihe. Auf die richtige Polung achten! Zu guter Letzt sind noch die beiden Dioden und die Transistoren einzulöten. Auch hier unbedingt auf den richtigen Einbau achten! Bei den Transistoren dienen die schwarzen Halbkreise als Einbaumerkmal. So sollen auch die Transistoren - von oben betrachtet - eingebaut werden.



**Bild 4: Im Duo: NF-Verstärker und Kurzwellen-Audion**

## Hinweise für Neueinsteiger

### Vom richtigen Löten



Das Prinzip: Beim Lötvorgang werden Metalle mit Hilfe eines geschmolzenen Lotes - in unserem Fall weiches Lötzinn - miteinander verbunden. Die Spitze des Lötkolbens erreicht eine Temperatur zwischen 350 und 400°C, so dass das Zinn gut schmelzen kann. Im Lot selbst befindet sich eine Ader

aus Kolophonium, das als Flussmittel dient und das Zinn besser mit den Metallen verbindet.

Kein Meister ist bisher vom Himmel gefallen, nur mit ein wenig Übung kann man gute Lötverbindungen herstellen. Deshalb beginnen wir mit dem einfachen Verzinnen der Reißzwecken.

Bild 4 verdeutlicht uns den Vorgang etwas besser: Am besten, man nimmt den Lötkolben in die Hand wie einen Kugelschreiber. Die heiße Spitze des Lötkolbens wird möglichst flach auf die Reißzwecke aufgelegt, um eine gute Wärmeübertragung zu ermöglichen (Schritt 1). Mit dem Lötzinn wird die Spitze so lange berührt, bis es flüssig wird (Schritt 2). Nun wird so viel Zinn an die Stelle abgegeben, wie man für die gesamte Fläche benötigt (Schritt 3). Die Menge ist Gefhlsache, es reichen je nach Durchmesser des Zinns etwa 2 bis 3 Millimeter.

Wir verteilen das Zinn, indem die Ltkolbenspitze unter leichtem Druck auf der Reißzwecke hin und her bewegt wird, bis die gesamte Oberfläche mit einer glänzend silbrigen Schicht überzogen ist. Damit ist das Verzinnen schon beendet. Mit der Zeit bekommt man auch das richtige Gefühl dafür.

Das anschließende Anlöten der Brücken (schwarze Linien zwischen den Reißzwecken) ist ebenfalls mit

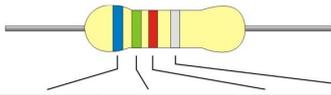
etwas Übung beherrschbar. Der verwendete Draht sollte möglichst gerade sein, um flach aufzuliegen. Achtung: Beim Löten wird auch der Draht heiß. Wir sollten in jedem Fall die Wärme mit einem geeigneten Werkzeug, z. B. einer kleinen Flachzange, ableiten. Mit ihr kann man dann den Draht so lange auf der Reißzwecke fixieren, bis er sich gut mit dem geschmolzenen Zinn verbunden hat.

Beim Abkühlen der Lötstelle so lange nicht wackeln, bis das Zinn erstarrt ist! Anderenfalls kann es eine sogenannte kalte Lötstelle geben, die nicht glänzt und geringen Kontakt gibt.

Die Anschlüsse der Bauelemente biegt man sich vorher zurecht und kürzt sie entsprechend (z. B. bei den Widerständen). Die Positionen sind auf der Kopiervorlage gut zu erkennen. Wichtig: Dort, wo sich Leitungen kreuzen, dürfen sie sich nicht berühren, da sonst die Gefahr eines Kurzschlusses besteht. Eine Leitung muss mit einem Stück Isolierschlauch überzogen werden.

Hinweise zu den wichtigsten Bauelementen

### Widerstände



Farbe	1. Ring Ziffer 1	2. Ring Ziffer 2	3. Ring Anzahl der Nullen (Multiplikator)	4. Ring Toleranz
schwarz	—	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	
silber				± 10 %
gold				± 5 %

Widerstände leiten den Strom schlechter als normaler Draht. Sie haben die Aufgabe den Strom zu begrenzen, so dass über dem Widerstand eine bestimmte Spannung abfällt. Merke: Je höher der Widerstandswert, desto geringer ist bei gleicher Batteriespannung der Strom und um so höher die über dem Widerstand abfallende Spannung.

Die gebräuchlichen Typen bestehen aus einem Keramikrohr, auf dem eine Kohleschicht aufgedampft ist. Je nach Schicht-dicke besitzen sie unterschiedliche Widerstandswerte, die international in Ohm ( $\Omega$ ) angegeben werden. Außer Ohm sind auch Werte in  $k\Omega$  (Kiloohm) und  $M\Omega$  (Megaohm) üblich. Widerstände sind je nach Baugröße für verschieden starke Ströme bzw. Spannungen ausgelegt. Deshalb ist auch deren Leistungsangabe in W (Watt) entscheidend. In normalen Elektronikschaltungen sind kleine Typen zwischen 0,1 W und 0,25 W sehr gebräuchlich. Hochlastwiderstände ab etwa 4 W sind nicht mehr mit einer Kohleschicht versehen, sondern besitzen

**Bild 6: Farbcode bei Widerständen**

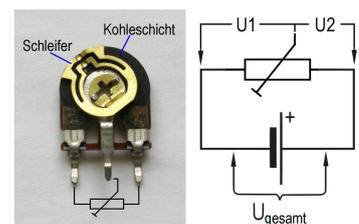
Wicklungen aus Widerstandsdraht.

In der Regel besitzen Widerstände zwei axiale Anschlüsse. Es gibt Typen, bei denen die Werte als Zahlen aufgedruckt und direkt ablesbar ist. Anders bei denen, die mit einem sogenannten Farbcode gekennzeichnet sind. Bild 6 zeigt die entsprechende Tabelle. Die ersten beiden farbigen Ringe geben den Zahlenwert an, der dritte ist der Multiplikator (Anzahl der Nullen).

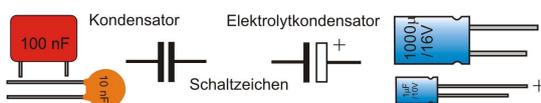
Eine andere Bauform bilden u. a. die Einstellwiderstände, wie sie auch in dieser Schaltung zur Lautstärke-einstellung Verwendung finden.

Anschaulich sieht man das im nebenstehenden Bild 7. Mittels eines drehbaren Schleifers, der auf der Kohleschicht beweglich angeordnet ist, können verschiedene Widerstandswerte eingestellt werden. Somit ist es möglich, bei einer fest anliegenden Spannung ( $U_{\text{gesamt}}$ ) unterschiedlich große Werte abzugreifen (hier  $U_1$  und  $U_2$ ). Das ist nützlich, wenn wir schnell und einfach einen bestimmten Spannungswert einstellen wollen

(z. B. Lautstärke, Helligkeit usw.). Da in unserem Fall noch eine Achse am Schleifer montiert ist, sprechen wir von einem Potentiometer.



### Kondensatoren



**Bild 8: Bauformen und Schaltzeichen von Kondensatoren**

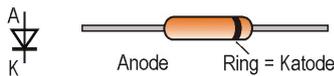
Das einfachste Bauelement dieser Gruppe besteht aus zwei gegenüber liegenden Metallplatten. Legt man an sie eine Gleichspannung an, so fließt kein Strom, sondern die Platten laden sich auf und wirken sozusagen als Speicher, die eine bestimmte Kapazität aufnehmen können. Je größer die Fläche der Platten, um so mehr Kapazität - die übrigens in Farad (F) angegeben wird - können sie

speichern. Wenn man die Spannung vom Kondensator trennt und die Platten mit einem Draht

kurzschließt, entladen sie sich wieder. Bild 8 zeigt zwei unterschiedliche Bauformen: Links der normale Kondensator, rechts der Elektrolytkondensator, auch kurz als Elko bezeichnet. Dieser kann durch seine Aufbauweise wesentlich mehr Kapazität aufnehmen und speichern, da ein chemisches Substrat (Elektrolyt) integriert ist. Wichtig: Die Anschlüsse des Elkos sind gepolt, d. h., sie dürfen nicht vertauscht werden. Deshalb ist auch das Schaltzeichen anders. Die positive (Plus-)Seite besitzt ein weißes Feld, die negative ist schwarz.

Da in der Praxis Kapazitäten in der Größe von Farad ganz selten vorkommen, werden die Bauelementewerte in  $\mu\text{F}$  (Mikrofarad), nF (Nanofarad) und pF (Pikofarad) angegeben. Außer der Kapazität ist auch die Spannungs-festigkeit von Bedeutung. Bei Elektrolytkondensatoren wird sie stets mit angegeben. Zum Beispiel bedeutet 100/16, dass das Bauteil eine Kapazität von 100  $\mu\text{F}$  besitzt und für eine maximale Spannung von 16 V ausgelegt ist. Bei den gebräuchlichsten Keramik- oder Folienkondensatoren bis 63 V ist meist nur die Kapazität aufgedruckt.

### Dioden



Dioden sind zweipolige Halbleiter, die den Strom nur in eine Richtung durchlassen. Deshalb ist das Schaltzeichen auch so gestaltet wie bei den LED's, allerdings ohne beide Pfeile. Je nach verwendetem Halbleitermaterial unterscheidet man Silizium- oder Germaniumdioden, wobei hauptsächlich die erstgenannten Typen als

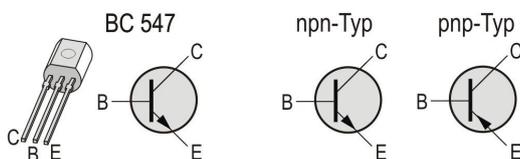
**Bild 8: Bauform und Schaltzeichen einer Diode**

Universaldioden in Elektronikschaltungen verwendet werden. An jeder Diode entsteht in Durchlassrichtung ein kleiner Spannungsabfall. Er beträgt bei Siliziumdioden zwischen 0,6 V und 0,8 V, etwas geringer ist er bei Germaniumtypen.

Dioden lassen sich hervorragend als Gleichrichter für Wechselspannungen einsetzen. So findet man sie auch in Netzteilen, um Gleichspannung zu gewinnen oder einfachen Rundfunkempfängern als Demodulator.

**Kleine Merkhilfe:** Wenn du nicht weißt, wo beim Schaltzeichen die Katode oder Anode liegt, drehe es in Gedanken so, als wäre es ein geschriebenes "K", links ist dann die Katode.

### Transistoren



**Bild 9: Anschlussbelegung und Schaltzeichen von Transistoren**

Diese Bauelemente bilden sozusagen das Herzstück unserer Schaltung. Man unterscheidet grundsätzlich zwei Transistortypen (siehe Schaltzeichen), die sich in der Polarität unterscheiden. Bedingt durch die Reihenfolge der internen Halbleiterschichten (nnp = negativ-positiv-negativ, pnp = positiv-negativ-positiv), fließen die Ströme in jeweils entgegengesetzter Richtung. Im Grunde ist das Funktionsprinzip von npn- bzw. pnp-Transistoren aber

gleich. Sie besitzen in der Regel drei Anschlüsse, die als Basis (B), Emitter (E) und Kollektor (C) bezeichnet sind. Diese Bauelemente können entweder als Verstärker oder wie in unserem Fall als Schalter arbeiten und werden als bipolare Transistoren bezeichnet.

Werden in einer Schaltung zwei Transistoren von Typ npn und pnp eingesetzt, die bis auf ihr Aufbauschema (Polarität) sonst die gleichen Daten (Stromverstärkung u.s.w.) aufweisen, nennt man beide komplementär. In unserem Fall haben wir eine komplementäre Schaltung aufzubauen, deren Vorzug u. a. die geringe Stromaufnahme im Bereitschaftszustand ist.

Merke: Beim pnp-Transistor zeigt der Stromrichtungspfeil des Emitters zur Basis, beim npn-Transistor zeigt er von der Basis weg. Die Transistoren und deren Anschlüsse dürfen nicht verwechselt werden, da sonst Zerstörungsgefahr besteht!

**Viel Spaß beim Basteln wünscht die JugendTechnikSchule!**

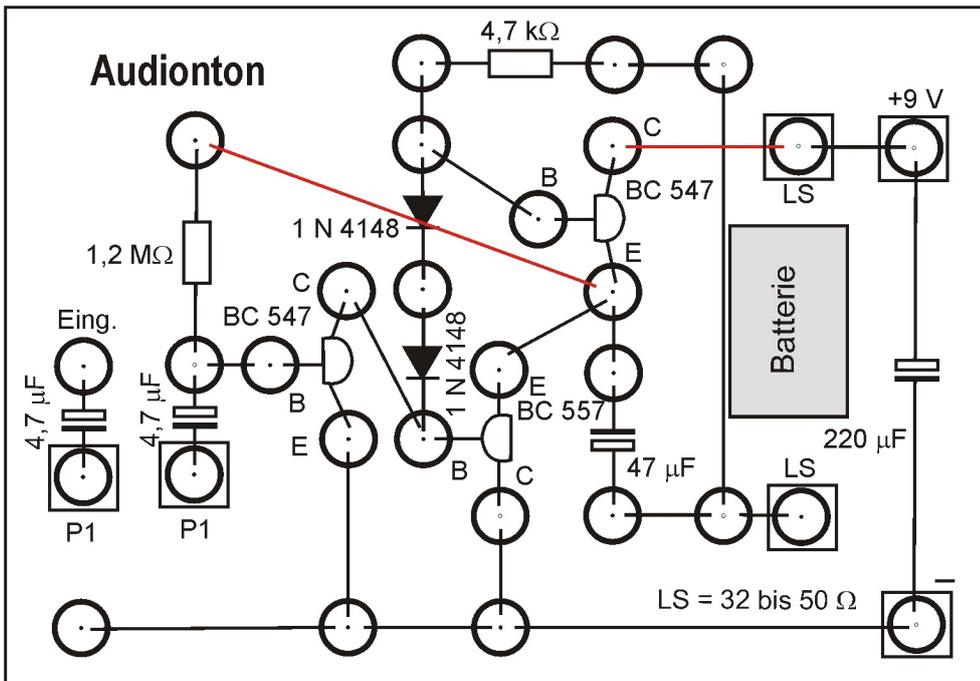


Bild 10: Kopiervorlage des NF-Verstärkers

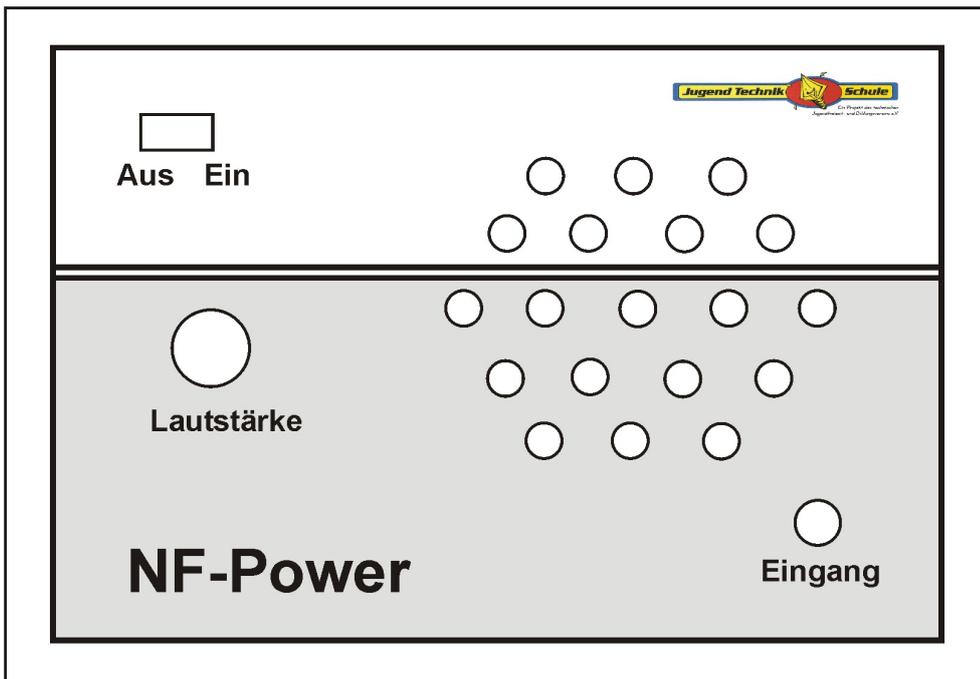
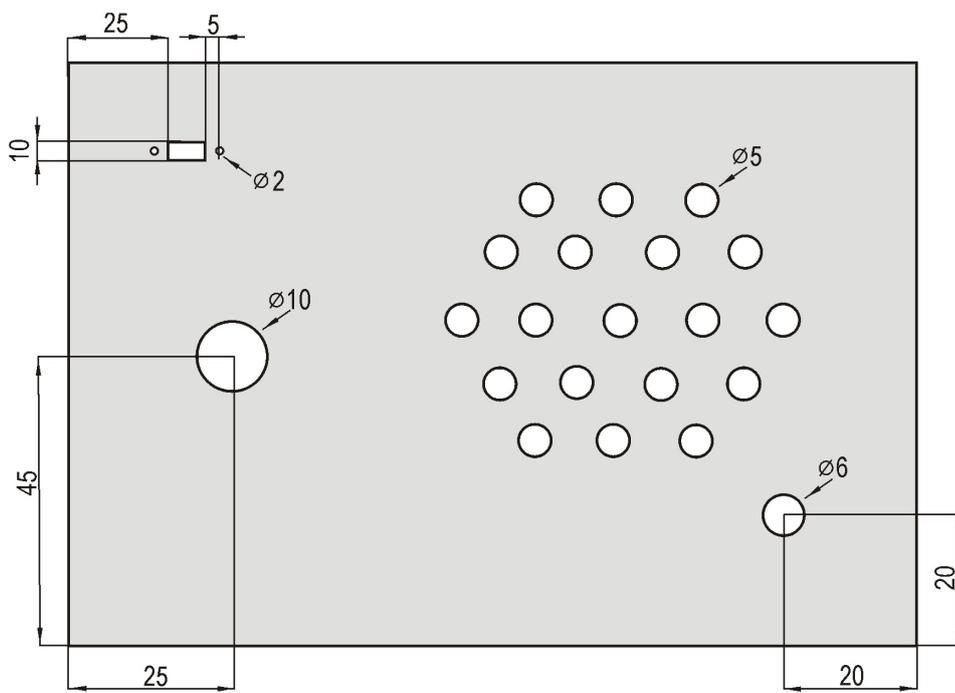


Bild 11: Frontplatte des NF-Power



**Bild 12: Bemaßung der Frontplatte**