

Schülerwettbewerb zur Ideen Expo 2017

Wellenschnüffler – wir stöbern Elektrosmog auf!

Das Problem:

Die Menschen in der modernen Welt sind immer häufiger künstlichen elektromagnetischen Feldern ausgesetzt (Elektrosmog). Es gibt in Deutschland laut BUND (1) rund 300.000 Mobilfunk-Sendeanlagen, etwa zwei Millionen kleinere Sendeanlagen, rund 100 Millionen häusliche Sendeanlagen wie WLAN oder schnurlose Telefone sowie ca. 100 Millionen Mobiltelefone, die alle elektromagnetische Strahlen aussenden und uns im Freien oder im Haus erreichen. Hinzu kommen noch niederfrequente Felder durch Hochspannungsleitungen, Stromversorgung im Haus, Elektrogeräte sowie elektromagnetische Beeinflussungen durch Verkehr und Industrie.

Mit der Einführung der digitalen Mobilfunktechnik (Handys, schnurlose Haustelevone, WLAN – insbesondere auch mit den neuen Technologien zur mobilen Datenübertragung UMTS und LTE u.a.) hat diese Art der Umweltverschmutzung eine neue Dimension erreicht (1)

Die Risiken dieser elektromagnetischen Belastungen sind schwer zu erfassen. „Es gibt zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen, viele Berichte und Beobachtungen an Menschen, Tieren und Pflanzen sowie Studien zur Häufigkeit bestimmter Krankheiten, die Elektrosmog als Ursache für gesundheitliche Probleme ausmachen.... Geeignete wissenschaftliche Studien, die die vorliegenden Aussagen eindeutig widerlegen oder beweisen könnten, sind Mangelware; sie werden praktisch nicht in Auftrag gegeben“ (2).

Die Idee:

Das Projekt „**Wellenschnüffler – wir stöbern Elektrosmog auf**“ wird an der KGS-Pattensen mit einem Profilkurs Naturwissenschaften im 9. Jahrgang durchgeführt, der sich im Rahmen des Schwerpunktthemas **Einführung in die Elektronik** mit der Problematik „Elektrosmog“ befasst.

In dem Profilkurs fertigen die Schülerinnen und Schüler einen Bausatz für einen E- und M-Feld-Indikator (Nachweis von elektrischen und magnetischen Feldern). Sie entwickeln eine geeignete Versuchsanordnung zur Ermittlung und Visualisierung der elektrischen und magnetischen Felder, insbesondere bei der Verwendung moderner technischer Geräte (i-Phone, PC, Mobilphone etc.). Hierdurch sollen die Jugendlichen für das Vorhandensein von EM-Feldern und deren mögliche gesundheitliche Beeinträchtigungen sensibilisiert werden.

Da man sich generell vor der Strahlung kaum wirksam schützen kann, bleibt nur das **Vermeiden von unnötiger Störstrahlung** im privaten Bereich. Es kann nicht Aufgabe unseres Projekts sein, die notwendigen politischen Entscheidungen für den Strahlenschutz zu thematisieren - es geht eher darum, dass die Jugendlichen sich der Gefahr durch Elektrosmog - vor allem im Mobilfunkbereich - bewusst werden. Eine Konsequenz daraus muss sein, sich nicht unkontrolliert und stetig einer Strahlungsquelle auszusetzen (z.B. WLAN vermeiden, dafür LAN-Verbindungen; Handy/Smartphone etc. bewusst ausschalten, usw.).

Um die Jugendlichen auf das Elektrosmog-Problem aufmerksam zu machen, soll als technische Lösung ein Indikator (Wellenschnüffler) gebaut werden, mit dem **elektrische und magnetische Felder** aufgespürt werden können. Wenn das Vorhandensein von Strahlungen visualisiert und hörbar gemacht wird, ist ein Ansatz zum Nachdenken über das Problem geschafft.

Sinnvoll ist der Einsatz in der Schule, wenn im Rahmen einer umfassenden Unterrichtseinheit zum Thema „Elektrosmog“ die Jugendlichen für die Problematik sensibilisiert werden.

Die technische Lösung

Es wird ein Testgerät und eine entsprechende Versuchsanordnung entwickelt, mit dem elektrische und magnetische Felder aufgespürt werden können. Die Stärke der entsprechenden Felder lassen sich visuell und akustisch grob abschätzen. Der EM-Feldindikator „Wellenschnüffler“ ist technisch so konstruiert, dass er von Schülerinnen und Schülern in Schülerfirmen oder Wahlpflichtkursen für den Eigenbedarf oder für die Schule angefertigt werden kann. Der EM-Feldindikator besteht aus zwei sensiblen Operationsverstärkern die den Nachweis von elektrischen und magnetischen Feldern durch LEDs und eine Kopfhörerwiedergabe ermöglicht.



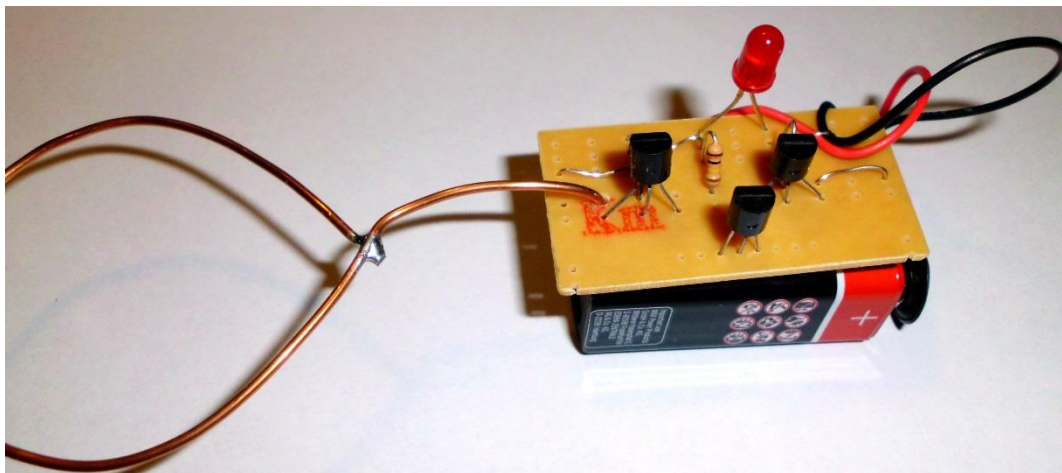
Die **LM358-Version** des Wellenschnüfflers wird mit einem Operationsverstärker (OPV) realisiert. Der Vorteil gegenüber der ursprünglichen Version liegt in einem einfacheren Aufbau der Schaltung, was vor allem für jüngere Schüler besser geeignet ist.

Die Schaltung des „Wellenschnüfflers“ basiert auf einer Schaltung aus einem Franzis Lernpaket (3). Die Schaltung wurde um eine Magnetfeldspule und einen Audioverstärker für eine Lautsprecher- bzw. Kopfhörerwiedergabe ergänzt. Der Aufbau des Bausatzes und die übrigen Komponenten können im Schulunterricht (Schülerfirma, Wahlpflichtkurs, Arbeitsgemeinschaft etc.) hergestellt werden unter Verwendung von Materialien, die im Werk- und Technikbereich den Schulen zur Verfügung stehen sowie unter Berücksichtigung der im Allgemeinen nur mäßigen Fertigkeiten der Schülerinnen und Schüler in der Löttechnik.

Eigenschaften des „Wellenschnüfflers“:

Testanordnung einfach und reproduzierbar
Visualisierung von EM-Feldern
Aufbau technisch relativ einfach
Nachbau ab Jahrgangsstufe 8 möglich
Nachbau in Wahlpflichtkursen oder Schülerfirmen
Herstellungskosten max. 10.- €
Weiterentwicklungen möglich

Die KGS Pattensen bietet mit Exponaten und diversen Versuchsanordnungen den Besuchern nicht nur die Möglichkeit, ihre elektronischen Gerätschaften (Handy, Smartphones etc.) auf elektrische und magnetische Felder zu testen, sondern sie haben auch Gelegenheit, am Stand der Ideenexpo einen einfachen **E-Feldindikator herzustellen** (Give-away), der das Vorhandensein elektrischer Felder durch eine LED visualisiert.



Ferner werden die Projektdokumentation zum Thema „Elektrosmog“ und die Bauanleitung des „Wellenschnüfflers“ mit vielen nützlichen Hinweisen zur Verfügung gestellt.

(Quellen:

(1):

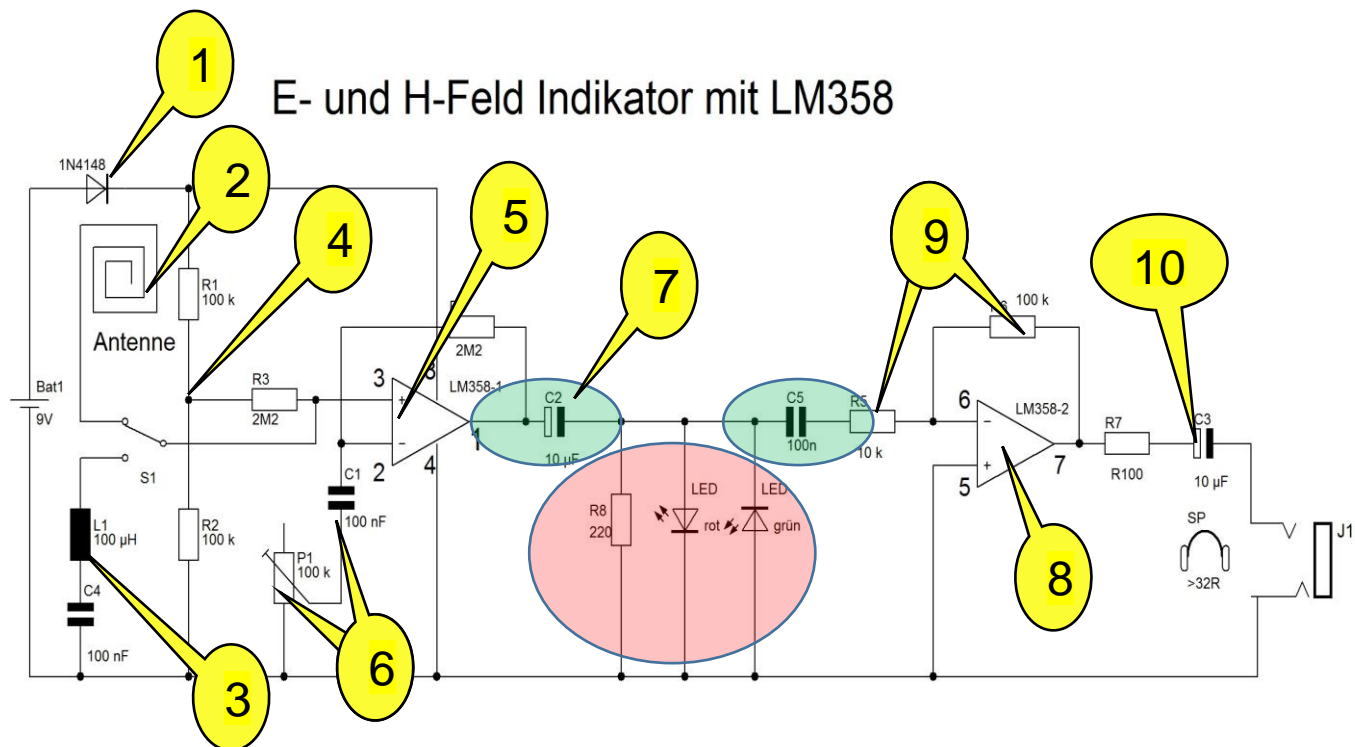
http://www.bund.net/themen_und_projekte/technischer_umweltschutz/elektrosmog/gefahren_risiken/

(2):

http://www.bund.net/themen_und_projekte/technischer_umweltschutz/elektrosmog

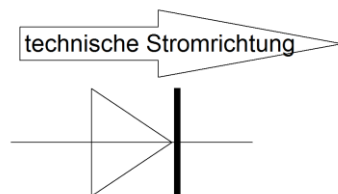
(3): <http://www.elektronik-labor.de/Lernpakete/EinsteigElektronikMit.html>

Anhang: Technische Details und Aufbauanleitung des Wellenschnüfflers

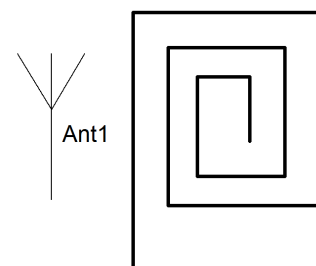


Wie funktioniert der Wellenschnüffler? 10 Antworten.

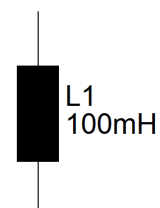
- 1) **Diode** funktionieren wie **elektrische Ventile**: Sie lassen den Strom nur in eine Richtung durch. Die Diode dient hier als **Schutzdiode** und verhindert bei falsch angeschlossener Batterie, dass die Schaltung möglicherweise zerstört wird.



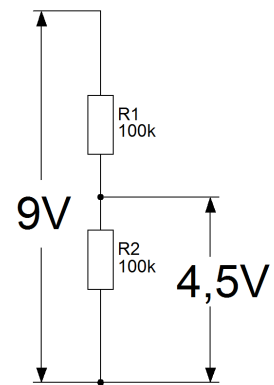
- 2) Die **Antenne empfängt elektromagnetischen Schwingungen** und es entsteht eine **elektrische Spannung**, die auf den **+Eingang** (Pin 3) des **Operationsverstärkers (OPV)** gegeben wird.



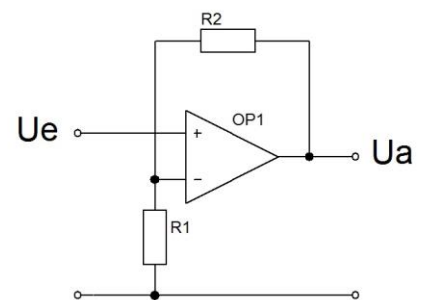
- 3) Wenn ein **Wechselmagnetfeld** vorhanden ist, wird in der Spule L1 eine **Spannung induziert** (erzeugt). Verbindet man den Pin 3 des **OPV** mit der Spule, gelangt diese induzierte Spannung an den **+Eingang** des Verstärkers.



4) Die beiden Widerstände R1 (100kΩ) und R2 (100kΩ) bilden einen **Spannungsteiler**. In der Mitte liegt dann die halbe Betriebsspannung an (4,5 Volt), die über den Widerstand R3 (2,2MΩ) an den +Eingang des **OPV** gelangt.



5) Das IC (integrated circuit) **LM358** enthält **zwei Operationsverstärker (OPV)**. Operationsverstärker können Gleichspannungen und Wechselspannungen verstärken. Durch die **äußere Beschaltung des OPV** mit Widerständen oder Kondensatoren bzw. Spulen, kann die **Funktion des OPV** festgelegt werden. Bei dieser Schaltung ist der erste **OPV** als **nicht invertierender Spannungsverstärker** beschaltet. **Nicht invertierend** bedeutet, dass das Ausgangssignal dem Eingangssignal folgt. Steigt das Eingangssignal, so steigt auch das Ausgangssignal, sinkt da Eingangssignal, so sinkt auch das Ausgangssignal. Die **Differenz** der beiden Spannungen, die an Pin 3 und Pin 2 anliegen, wird sehr **hoch verstärkt**.

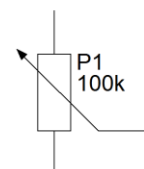


nicht invertierender Verstärker

Kennzeichen eines **nicht invertierenden Verstärkers**:

- Am Plus-Eingang des Operationsverstärkers liegt die Eingangsspannung U_E
- Der Widerstand R_1 liegt zwischen Masse und Minus-Eingang des OPV (In der Schaltung: $P_1 = 100k\Omega$ und $C_1 = 100\text{ nF}$)
- Der Widerstand R_2 liegt zwischen dem Minus-Eingang des Verstärkers und dem Ausgang (**Gegenkopplung**, in der Schaltung: $R_4 = 2,2M\Omega$).
- Die Spannung U_E am positiven Eingang steht **ohne Phasendrehung** verstärkt am Ausgang U_A zur Verfügung
- Die Verstärkung wird durch das Verhältnis von R_2 zu R_1 bestimmt

6) Mit diesem **Potenzio**meter wird die Spannung am invertierenden Eingang eingestellt. Das **Verhältnis der Widerstände** R_4 (2,2MΩ) und dem Widerstand P_1 (0-100kΩ) **bestimmt den Verstärkungsfaktor**. Man stellt also die Empfindlichkeit des Wellenschnüfflers mit dem Potenziometer P_1 ein.



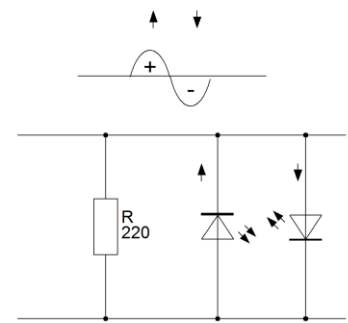
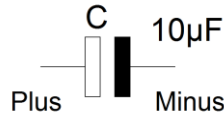
Widerstandsänderung 0-100k

Wird wie hier in der Schaltung noch **zusätzlich ein Kondensator** in Reihe geschaltet (C_1 (100nF), ist der **Verstärkungsfaktor frequenzabhängig**. Tiefe Frequenzen werden weniger verstärkt als hohe Frequenzen. Das ist so gewollt, weil dadurch die relativ starken elektromagnetischen Felder aus dem Stromnetz weniger verstärkt werden als die schwächeren Feldspannungen höherer Frequenzen.

7) Die verstärkte **Wechselspannung** **lädt den Elektrolytkondensator** C_2

auf. Diese Spannung liegt am Widerstand R_8 (220Ω) und den

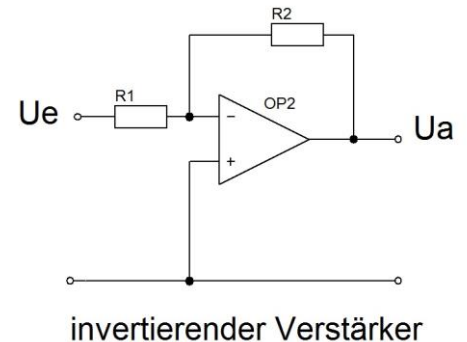
beiden Leuchtdioden an. Die beiden Dioden sind **antiparallel** geschaltet, d.h. wenn die Wechselspannung am Kondensator positiv ist, leuchtet die LED_{rot} auf, ist die Wechselspannung im negativen Bereich, leuchtet $LED_{grün}$ auf.



8) Der zweite Verstärker im LM358 ist als **invertierender Wechselspannungs-verstärker**

beschaltet. **Invertierend** bedeutet, dass Ein- und Ausgangsspannung um 180° phasenverschoben sind: Steigt die Eingangsspannung an, sinkt die Ausgangsspannung. Sinkt die Eingangsspannung, steigt die Ausgangsspannung an.

In Kombination mit dem Kondensator C_5 ($100nF$) liegt der **Verstärkungsfaktor** bei einer Frequenz von 1 MHz ungefähr bei 10, bei 50Hz-Spannungen (Stromnetz) beträgt die Verstärkung nur noch das ca. 3-fache der Eingangsspannung

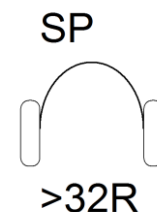


Kennzeichen eines invertierenden Verstärkers:

- Besitzt nur einen Eingang
- Der nicht-invertierende Eingang (+) liegt am gemeinsamen Bezugspunkt (Masse)
- Die Eingangsspannung liegt über einen Widerstand ($R_5 = 10k\Omega$) am invertierenden Eingang (-)

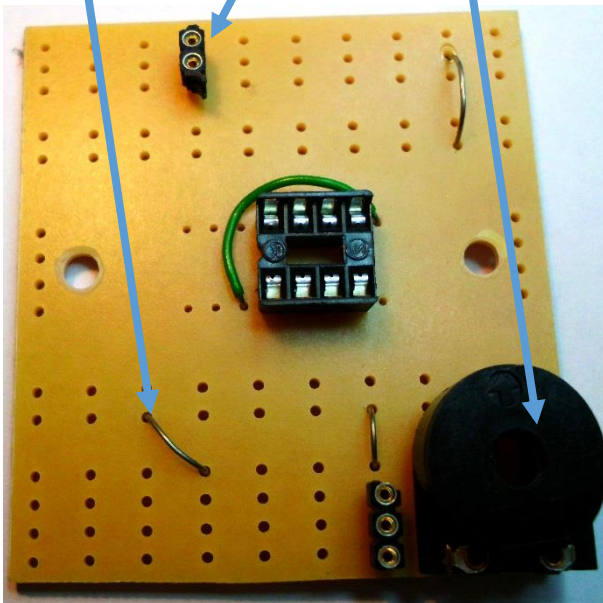
9) Das **Verhältnis** der beiden Widerstände R_5 ($10k\Omega$) und R_6 ($100k\Omega$) bestimmt den **Verstärkungsfaktor des OPV**. Der Verstärkungsfaktor beträgt 10 ($100k/10k = 10$). Die Frequenzabhängigkeit der Verstärkerschaltung wird durch den Kondensator C_5 bewirkt.

10) Die verstärkte Wechselspannung lädt den Elektrolytkondensator C_3 auf. Diese Spannung liegt am Kopfhörer an.

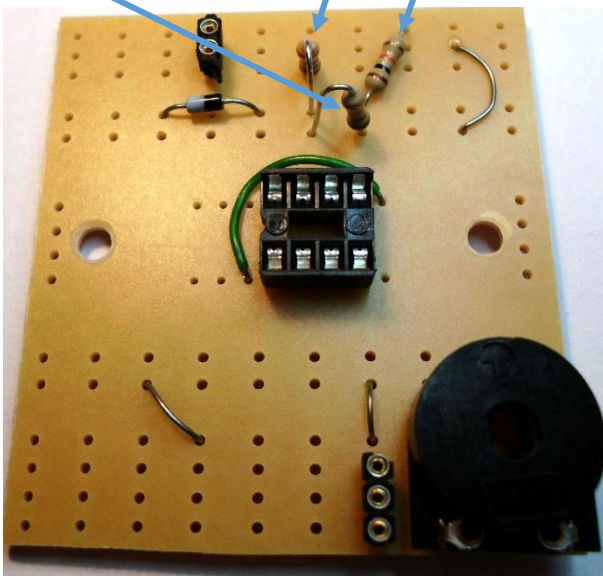


10-Schritte: Bauanleitung Wellenschnüffler mit LM358

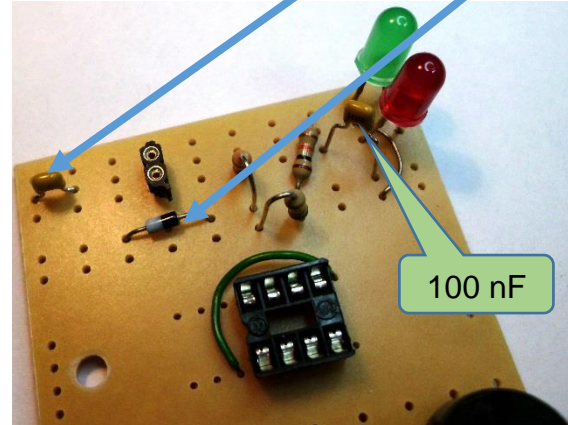
1) Brücken, Steckerleisten und Poti einbauen:



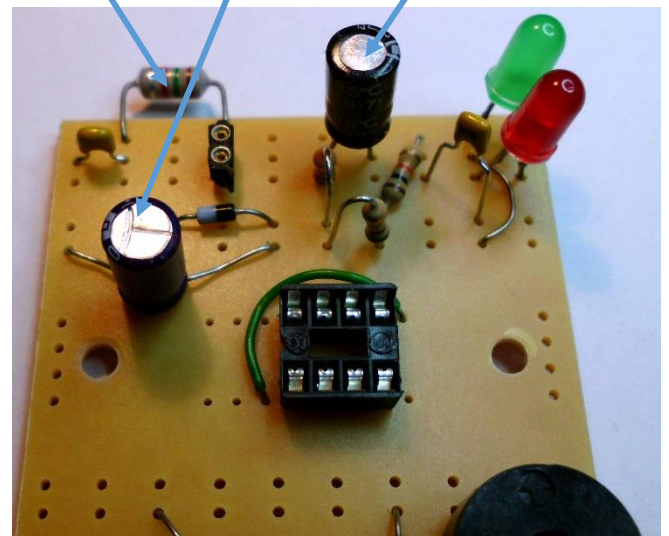
2) Widerstände oben: 100Ω, 10kΩ, 100kΩ



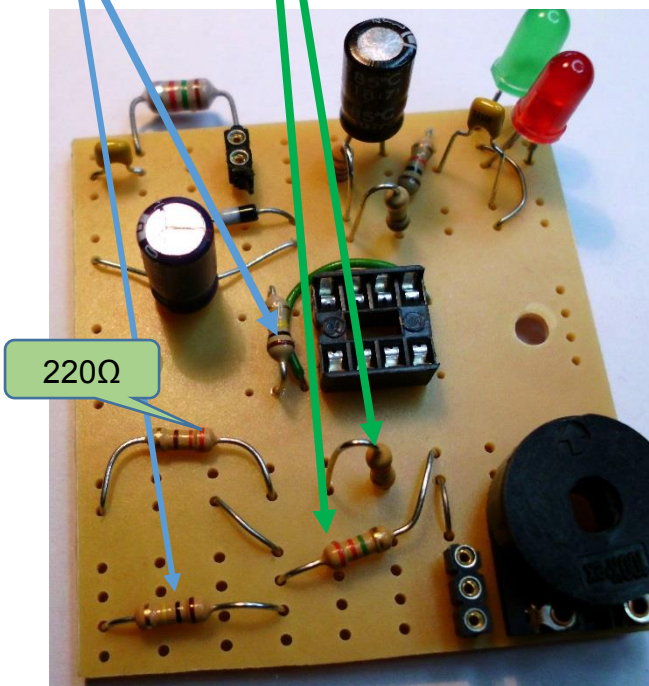
3) 2 x Kondensatoren 100nF, Diode und 2 x LED



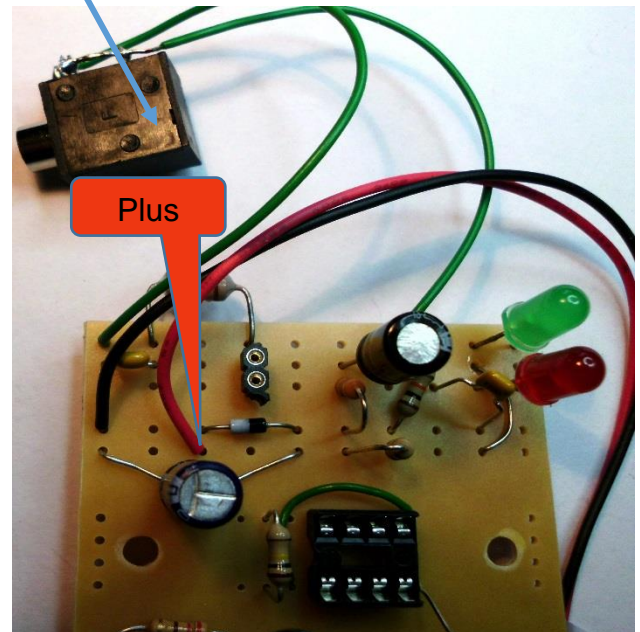
4) Spule, Elkos 100μF und 10μF (Polarität beachten)



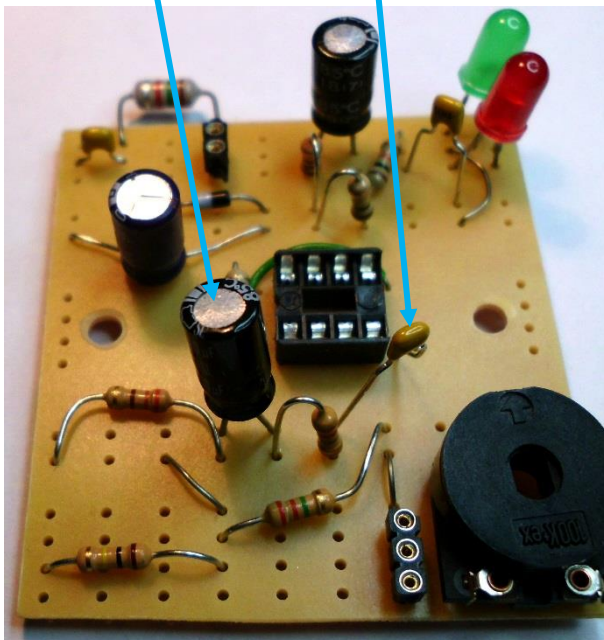
5) Widerstände unten: 220 Ω , 2 x 100k Ω und 2 x 2,2M Ω



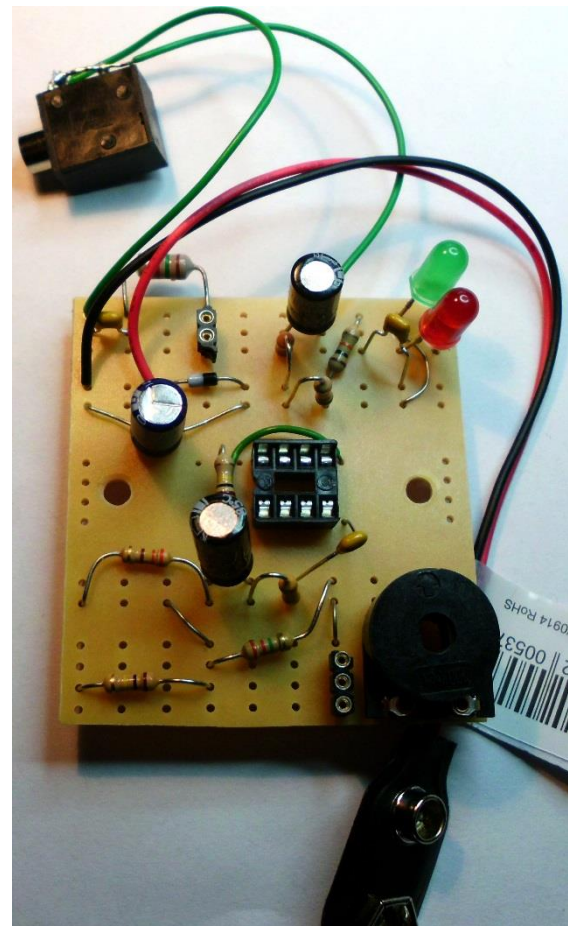
7) Batterie-Clip und Kopfhörer-Buchse



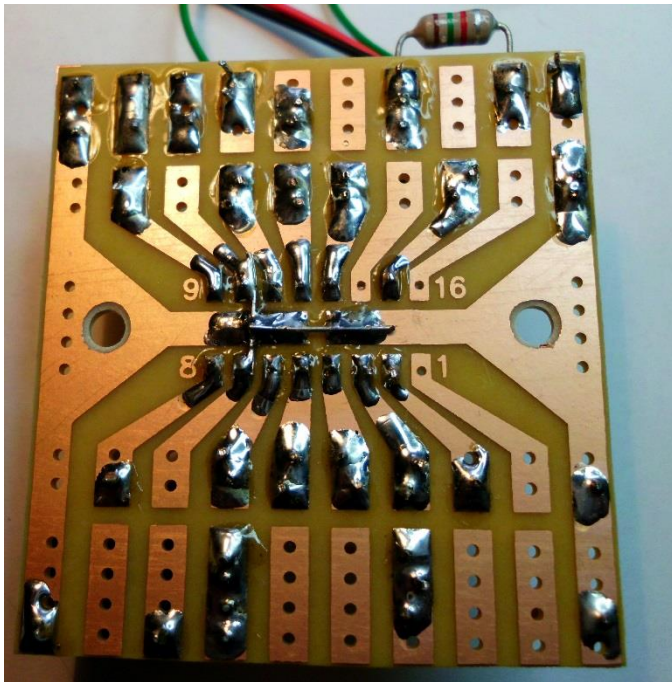
6) Elko 10 μ F und Kondensator 100nF



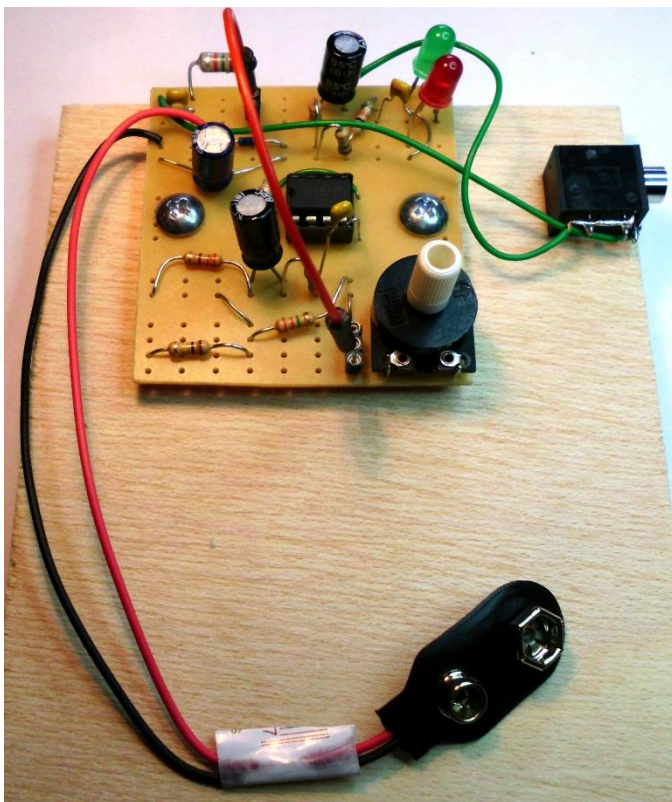
8) Lehrerkontrolle, IC LM358 einsetzen, Funktionstest



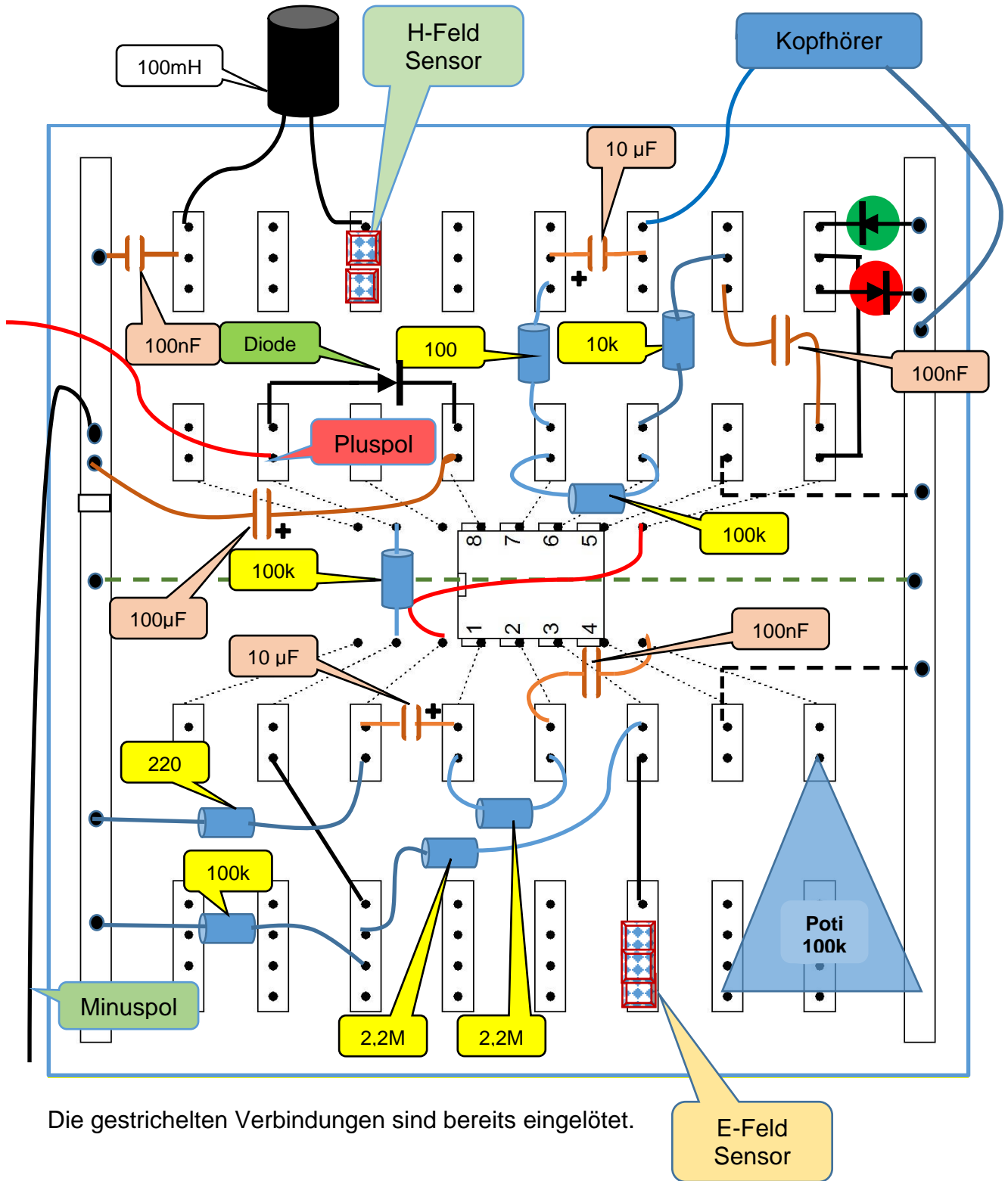
9) Kontrolle Rückseite (Lötseite):



10) Montage auf Brettchen:



Elektrosmog-Indikator mit LM358 – Layout



Die gestrichelten Verbindungen sind bereits eingelötet.