

# Die DARC-Platine

# Inhaltsverzeichnis

1. Die Platine im Grundausbau.....	3
2. Die Platine im Vollausbau.....	4
2.1 Die Stiftleiste.....	5
2.1.1 Mäxle.....	5
2.1.2 Thermometer.....	6
2.1.3 Thermometer für einen großen Temperaturbereich.....	7
2.1.4 Hochfrequenzschnüffler.....	7
2.2 Kalibrierung des Thermometers.....	8
3. Wie das Gerätchen funktioniert.....	9
3.1 Die Spannung.....	9
3.2 Der Strom.....	9
3.3 Der Widerstand.....	9
3.4 Die Diode.....	10
3.5 Der Kondensator.....	10
3.6 Der Elektrolytkondensator.....	10
3.7 Die Spule.....	11
3.8 Die Leuchtdiode.....	11
3.9 Der Transistor.....	12
4. Die Schaltung.....	13
4.1 Der Gleichrichter.....	13
4.2 Die Blinkschaltung.....	14
4.3 Der Spannungsregler.....	16
4.4 Der Mikrocontroller.....	17
4.5 Der HF-Detektor.....	17

Für die Lange Nacht der Wissenschaften wurde eine kleine Platine entworfen die im Grundausbau einen drehbaren Magnet enthält. Dreht man an dem Magnet wird in einer Spule Strom erzeugt und damit ein Kondensator aufgeladen. Hat der Kondensator eine bestimmte Spannung erreicht, beginnt eine Leuchtdiode zu blitzen.

Im Vollausbau kommt ein Spannungsregler dazu der einen kleinen Mikrocontroller mit Energie versorgt. Mit einer Steckbrücke lässt sich auswählen was der Mikrocontroller ausführen soll. Man kann auswählen ob man einen

- elektronischen Würfel
- ein Thermometer oder
- einen Schnüffler für hochfrequente Strahlung

haben möchte.

## 1. Die Platine im Grundausbau

Auf der Platine gibt es einen kleinen, aber sehr starken Magnet. Dreht man diesen Magnet schnell wird, genau wie bei einem Fahrraddynamo, elektrische Energie erzeugt die in zwei Elektrolytkondensatoren auf der Platinenrückseite gespeichert wird. Erreicht die Spannung in den Kondensatoren etwa 0,8V beginnt eine Leuchtdiode zu blitzen. Dreht man an dem Magnet schnell und längere Zeit, kann man die Kondensatoren auf bis über 2V aufladen. Mit dieser Ladung blinkt die Leuchtdiode dann über 10 Minuten.

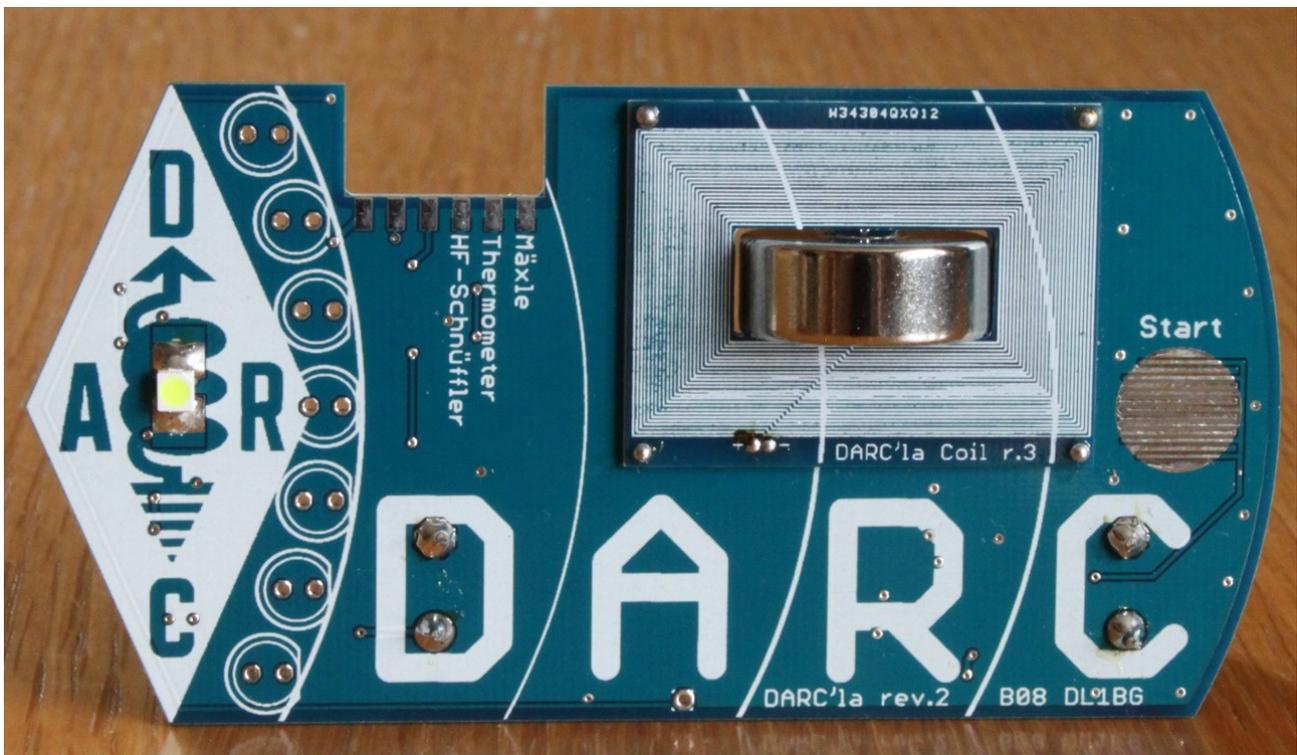


Bild 1: Platine im Grundausbau

## 2. Die Platine im Vollausbau

Im Vollausbau hat die Platine neben einer großen Zahl zusätzlicher Bauteile sieben Leuchtdioden und eine Stiftleiste mit einer Steckbrücke. Mit dieser Steckbrücke lässt sich die Funktion des Platinchens auswählen. Hat man die gewünschte Funktion ausgewählt dreht man zuerst mal kräftig am Magnet. Mit „kräftig“ ist gemeint schnell und einige Zeit über den Punkt hinaus zu dem der Blinker zu leuchten beginnt. Sind die Kondensatoren genügend aufgeladen drückt man auf die mit „Start“ bezeichnete Fläche. Je nach Funktion beginnen die roten Leuchtdioden jetzt zu blinken. Ist die Kondensatorladung aufgebraucht, gehen die Dioden wieder aus und man muss erneut am Magnet drehen um wieder genug Ladung zu erzeugen. Nachdem die grüne dauernd blinkende LED viel weniger Spannung braucht als die Elektronik für die roten, blitzt die grüne Diode weiter, auch wenn die roten schon lange dunkel geworden sind.

Drückt man auf die Startfläche um die ausgewählte Funktion zu starten misst die Elektronik den Hautwiderstand und schaltet unter einem bestimmten Wert die interne Stromversorgung ein. Je niedriger der Hautwiderstand ist, desto länger kann man die ausgewählte Funktion nutzen. Hat jemand sehr trockene Haut, muss man die Finger etwas anfeuchten bevor man auf die Schaltfläche drückt. Mit genügender Ladung und feuchten Fingern kann man etwa 15 Sekunden Dauerbetrieb erreichen bevor wieder gekurbelt werden muss.

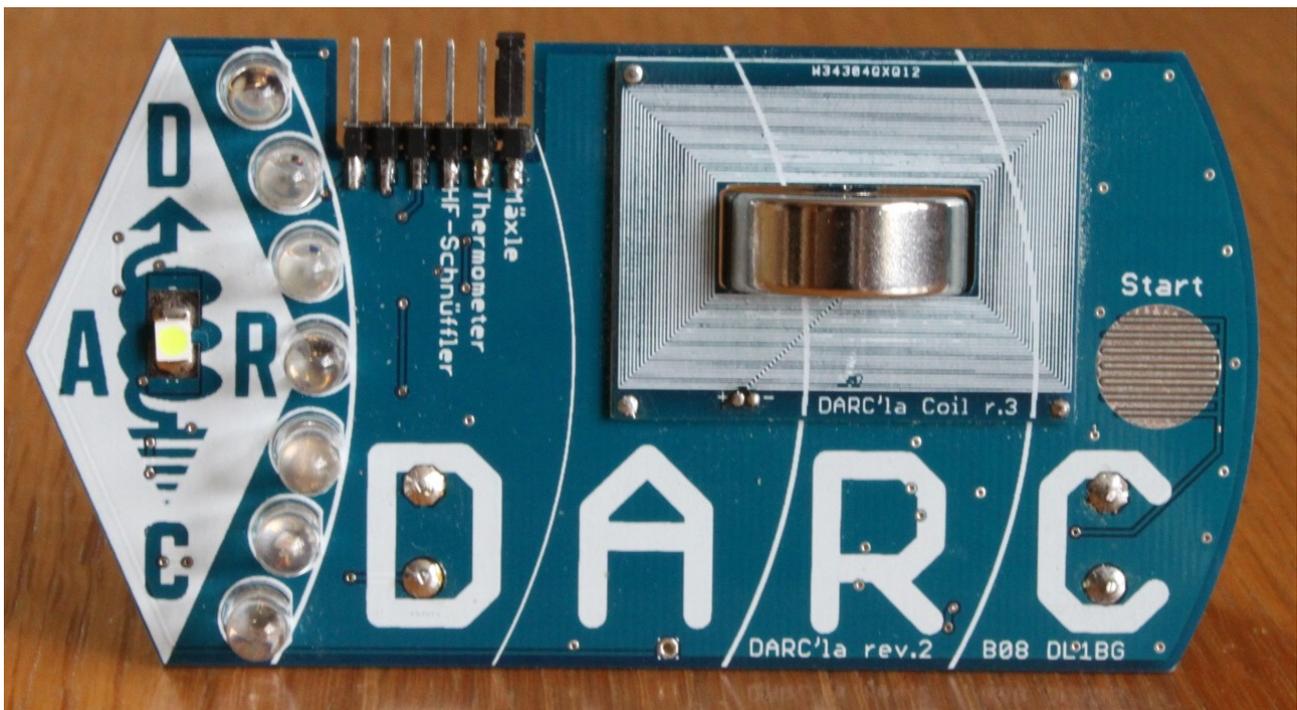


Bild 2: Platine im Vollausbau

## 2.1 Die Stiftleiste

Die Stiftleiste hat zwei Funktionen. Die von vorne gesehen rechten sechs Stifte dienen zur Auswahl der Funktion, die linken sechs zur Programmierung des Mikrocontrollers.

Die nicht bezeichneten linken sechs Stifte der Leiste sind nur für Programmierung und Test gedacht. Da darf keine Steckbrücke aufgesteckt werden.

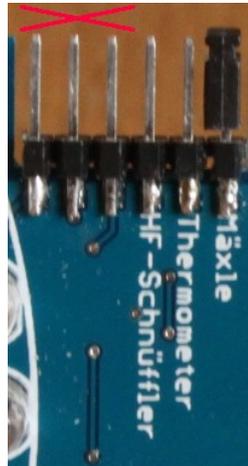


Bild 3: Die Stiftleiste

### 2.1.1 Mäxle

Steckt die Steckbrücke auf die mit „Mäxle“ bezeichneten Stifte, so ist der elektronische Würfel ausgewählt. Wenn man auf die Startfläche drückt beginnt in dem Fall eine der oberen sechs Leuchtdioden zu blinken. Nimmt man den Finger von der Startfläche und drückt erneut, wird – wie bei einem Würfel – eine andere LED ausgeleuchtet. Ordnet man jeder LED eine Zahl zu, kann man das Platinchen als Würfel benutzen.

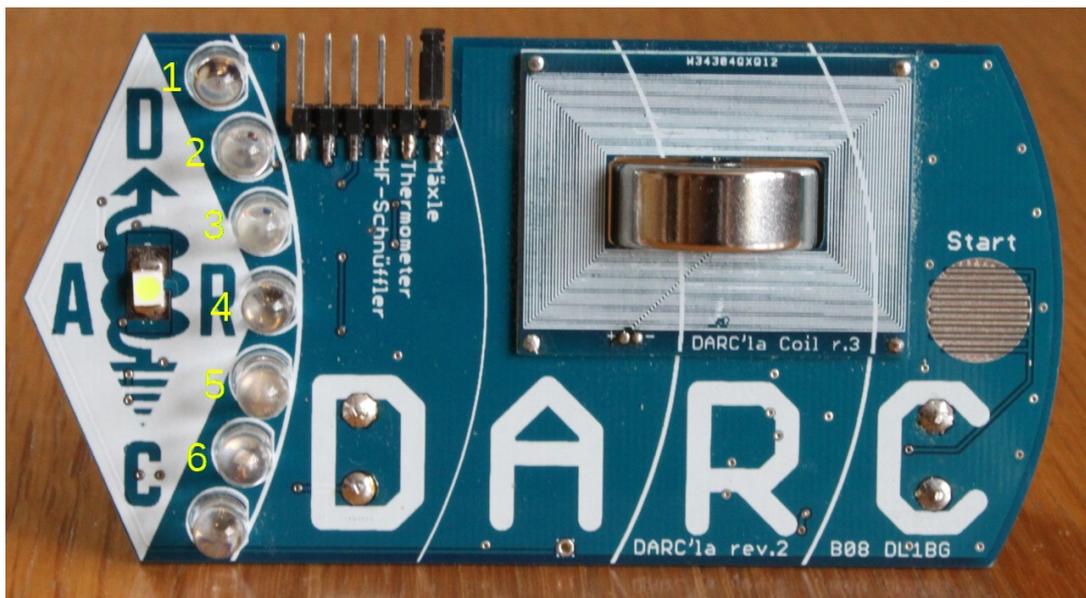


Bild 4: Zuordnung von Ziffern zu den LEDs bei der Würfelfunktion

## 2.1.2 Thermometer

Mit der Thermometerfunktion kann man Temperaturen von 18 Grad bis 32 Grad messen. Nachdem auf der Platine aber nur Platz für 7 LEDs ist, steht jede LED für zwei Grad. Für die jeweils niedrigere Temperatur blinkt sie langsam, für die höhere schnell. Liegt die Temperatur unter 18 Grad, blinken die oberste und die unterste LED gleichzeitig, liegt sie über 32 Grad blinken drei LEDs (die unterste, die mittlere und die oberste) gleichzeitig. Bei genau 18 Grad bleiben alle LEDs dunkel.

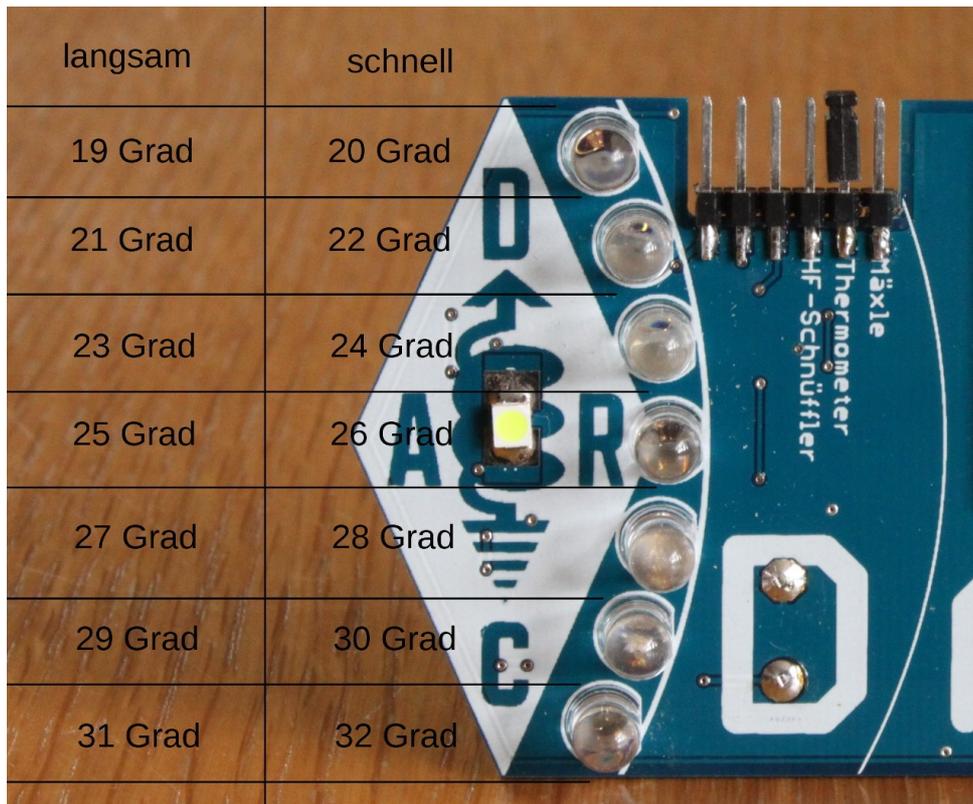


Bild 5: Die Bedeutung der LEDs in der Einstellung „Thermometer“

### 2.1.3 Thermometer für einen großen Temperaturbereich

1. Will man die Temperatur auch dann wissen wenn sie unter 18 Grad oder über 32 Grad ist, gibt es eine „Sonderfunktion“. Dazu zieht man die Steckbrücke ganz ab. Möchte man die Steckbrücke nicht verlieren, kann man sie – wie im Bild zu sehen - in der vorderen Stiftheiste quer aufstecken. Startet man das Thermometer in der Einstellung, muss man etwas rechnen um auf die Temperatur zu kommen. Jede LED steht jetzt für eine bestimmte Zahl. Zählt man die Zahlen aller LEDs die aufleuchten zusammen, erhält man die Temperatur. Noch etwas komplizierter wird es bei Temperaturen unter Null Grad. In dem Fall leuchtet auch die unterste (mit 64 bezeichnete) LED auf. Auch in dem Fall muss man alle Zahlen zusammenzählen. Zieht man die Summe von 128 Grad ab kommt man auf den Temperaturwert unter Null Grad.

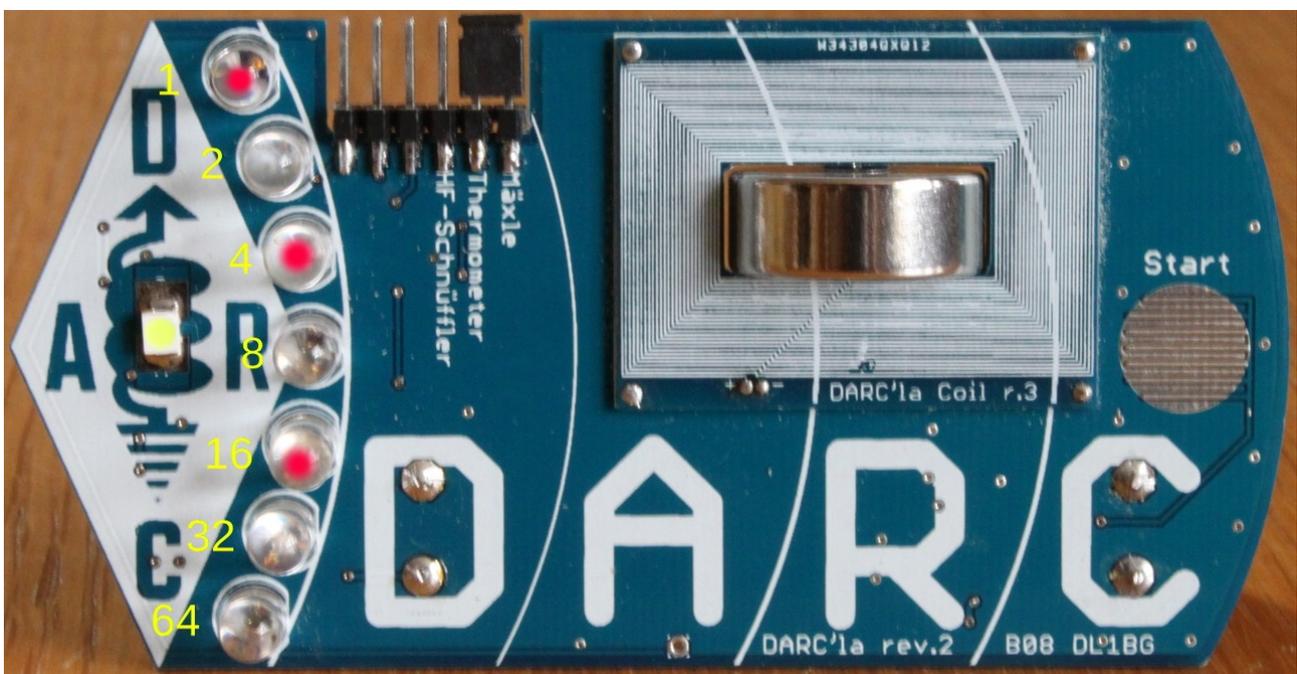


Bild 6: Beispiel der Ausgabe bei einer Temperatur von  $1 + 4 + 16 = 21$  Grad

### 2.1.4 Hochfrequenzschnüffler

Hochfrequente Strahlung ist heutzutage allgegenwärtig. In vielen Fällen ist sie gewollt wie z.B. bei Handys oder Rundfunksendern. In vielen Fällen ist sie eigentlich nicht gewollt, die Hersteller sparen sich aber die Bauelemente mit denen sich die Störstrahlung vermeiden ließe – das ist zwar illegal, scheint aber Niemanden zu interessieren. Und so strahlen und stören viele Fernsehgeräte, Ladegeräte, Steckernetzteile, LEDs, und undichte Mikrowellen lustig um die Wette. Mit der Funktion „Hochfrequenzchnüffler“ lassen sich solche Strahlungsquellen aufspüren.

Dazu steckt man die Steckbrücke in die Position „HF-Schnüffler“. Startet man die Funktion bei

genügend geladenem Kondensator zeigen die LEDs an ob man in der Nähe einer Strahlungsquelle ist. Sind alle LEDs aus, ist die Strahlung gering. Mit von oben nach unten langsam oder schnell blinkenden LEDs wird die ansteigende Feldstärke der hochfrequenten Strahlung angezeigt, so wie bei der Temperaturanzeige des Thermometers.

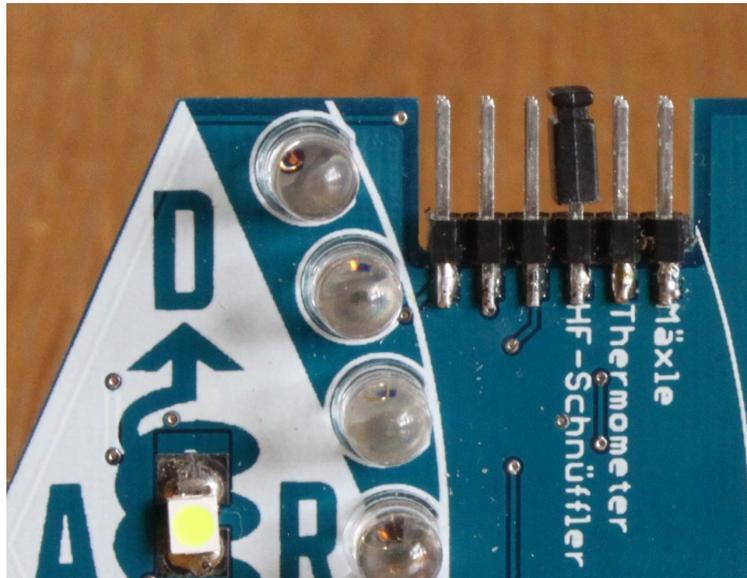


Bild 7: Brückeneinstellung für den HF-Schnüffler Betrieb

Die meisten Störquellen sind über eine Steckdose mit dem Hausnetz verbunden. In den Fällen wirken die Netzleitungen wie Antennen. Deshalb kann den HF-Schnüffler zum Test einfach in die Nähe eines Netzkabels halten. Wenn ein Gerät seine Störungen in das Netz einkoppelt – und das ist leider schon fast überall der Fall, kann man mit dem HF-Schnüffler schon eine Anzeige sehen.

Warnung!

Die Platine **auf keinen Fall zum Test in die Mikrowelle legen** – das wird sie mit Sicherheit nicht überleben.

## 2.2 Kalibrierung des Thermometers

Nimmt man einen fabrikneuen Mikrocontroller und möchte dessen Thermometer verwenden zeigt sich, dass das sehr ungenau ist und schon mal 10 Grad oder sogar mehr von der wirklichen Temperatur abweichen kann. Um das Thermometer genauer zu machen braucht es einen Vorgang den man Kalibrierung nennt. Das Programm für den Mikrocontroller ist so geschrieben, dass man diese Kalibrierung nur einmal machen kann. Dabei wird die Differenz der tatsächlichen Temperatur zur der im Chip gemessenen in einem speziellen Speicher, dem EEPROM abgespeichert. Mit dieser Differenz werden dann alle weiteren Messungen des Chips korrigiert.

Für die Kalibrierung muss die Umgebungstemperatur der Platine genau 21 Grad sein. Man steckt die Brücke auf die mittlere Position „Thermometer“. Dann dreht man kräftig am Magnet um die Elkos voll aufzuladen. Ist das geschehen drückt man den Starter und zieht die Brücke **während der Messung** (also während die roten LEDs blinken) ab. Damit ist die Kalibrierung abgeschlossen.

## 3. Wie das Gerätchen funktioniert

Ist es nicht langweilig, wenn man was in der Hand hat was einfach funktioniert, man selbst hat aber keine Vorstellung wie es funktioniert? Für alle die, die wissen möchten wie es geht gibt es hier eine kurze Erklärung. Beginnen wir am besten mit Strom und Spannung und machen dann mit den einzelnen Bauteilen weiter. Danach werden die Teile der Schaltung etwas näher erklärt.

### 3.1 Die Spannung

Obwohl es eigentlich ganz einfach ist werden Strom und Spannung gerne verwechselt und in dem Zusammenhang viel Unsinn gefaselt. Um sowas zu vermeiden hier ein kurze Erklärung:

Wenn man sich eine Batterie ansieht, findet man meist eine aufgedruckte Spannungsangabe (z.B. 1,5V oder 9V wobei das V für „Volt“ steht). Diese Zahl gibt das Vermögen an mit welchem „Druck“ die Batterie Strom durch eine Schaltung treiben kann. Man kann sich auch einen aufgeblasenen Autoreifen vorstellen. Hoher Innendruck entspricht dabei einer hohen Spannung, geringer Innendruck einer geringen Spannung.

### 3.2 Der Strom

Der Strom – er wird in A (Ampere) gemessen ist einfach die Menge an Ladungsträgern die pro Zeiteinheit durch eine Leitung fließen. Gehen wir zurück zum Autoreifen. Wenn man dort das Ventil öffnet pfeift sie Luft raus. Je schneller – also je mehr an Luft pro Sekunde ausströmt desto größer ist der Luftstrom.

### 3.3 Der Widerstand

Bleiben wir gleich beim Autoreifen und dem Ventil. Wenn man das aufmacht sorgt das kleine Loch dafür dass die Luft nicht schlagartig verschwindet (wie z.B. bei einem platzenden Luftballon) sondern etwas Zeit braucht. Das Ventil begrenzt den Luftstrom, stellt für die Luft also einen Widerstand dar. Im elektrischen ist es vergleichbar: Ein Widerstand begrenzt den Strom. Je höher der Widerstand desto kleiner ist der Strom der bei einer bestimmten Spannung durchfließen kann. Beim Autoreifen könnte man sagen: Je kleiner das Loch im Ventil desto kleiner der Luftstrom beim gleichen Reifendruck und um so größer der Widerstand. In elektrischen Schaltbildern sieht das Symbol für den Widerstand so aus:



### 3.4 Die Diode

Oft möchte man einen Strom nur in einer Richtung zulassen. Dazu wurde ein Bauelement erfunden das man als „Diode“ bezeichnet. Zurück zum Reifen – diesmal zum Fahrradreifen und zum Fahrradventil. Durch dieses Ventil kann die Luft nur in den Reifen gepumpt werden, raus kann sie durch das Ventil nicht mehr, genau so wie bei der Diode. Das Symbol für die Diode sieht in den Schaltbildern so aus:



### 3.5 Der Kondensator

Zwei Metallplatten die sich gegenüberstehen bilden schon einen Kondensator. Je näher sich die Platten stehen (ohne sich zu berühren) desto größer ist das Fassungsvermögen (die Kapazität) des Kondensators. Zwischen den Platten kann anstatt Luft auch etwas anderes sein, sofern es elektrischen Strom nicht leitet. Bei den bei uns verwendeten Kondensatoren ist es ein porzellanartiger Stoff. Diese Art von Kondensatoren nennt man deshalb Keramikkondensatoren. Im Schaltbild sehen Kondensatoren so aus:



### 3.6 Der Elektrolytkondensator

Braucht man Kondensatoren mit sehr großer Kapazität, müssen die Platten sehr dicht beieinander stehen. Ab einem bestimmten Abstand ist es dann kaum mehr möglich noch dünnere Keramiksichten zu produzieren, es gelingt also nicht mehr den Plattenabstand auf diese Weise weiter zu verkleinern. Glücklicherweise hat man einen anderen Weg entdeckt: Steckt man zwei Aluminiumplatten in eine elektrisch leitende Flüssigkeit und legt an die Platten eine Spannung an beginnt Strom zu fließen der dann aber recht schnell kleiner und kleiner wird bis er fast ganz verschwindet. Der Grund dafür: Auf einer der beiden Aluminiumplatten entsteht eine hauchdünne isolierende Schicht – es ist also ein Kondensator entstanden. Dieser Kondensator darf aber nicht „falsch herum“ angeschlossen werden weil sich sonst die isolierende Schicht wieder auflöst. Kann eine falsch herum angeschlossene Spannungsquelle viel Strom liefern, kann das dazu führen dass

die Flüssigkeit im Kondensatortöpfchen ins kochen kommt und der Kondensator explodiert. In unserem Aufbau wird sowas allerdings nicht passieren – dazu sind die Ströme mit denen wir es zu tun haben viel zu gering. Fehlt noch das Symbol für den Elektrolytkondensator im Schaltbild:



### 3.7 Die Spule

Die Spule ist eine Art Gegenstück zum Kondensator denn sie ist wie der Kondensator ein Energiespeicher. Legt man an eine Spule eine Spannung an, dann startet der Stromfluss nicht sofort sondern steigt von Null beginnend stetig an. Versucht man den fließenden Strom zu unterbrechen so versucht die Spule den Strom weiter aufrecht zu erhalten, an der Unterbrechungsstelle gibt es deshalb einen kräftigen Spannungsstoß bis der Stromfluss abgebaut ist.

Das Verhalten kann man sich an einem mechanischen Beispiel anschaulich machen. Versucht man ein Auto anzuschieben muss man eine Menge Kraft aufwenden bis es in Bewegung kommt. Um es wieder anhalten zu können braucht es eine in der Gegenrichtung wirkende Kraft.

In unserer Schaltung gibt es zwei Spulen. Eine davon ist im Spannungsregler eingebaut und wird in der Schaltung als Energiespeicher verwendet. Die zweite Spule liegt im Feld des Magneten und erzeugt beim drehen des Magnets die elektrische Energie für die Platine. Im Schaltbild sieht die Spule so aus:



### 3.8 Die Leuchtdiode

Elektrisch verhält sich eine Leuchtdiode (LED) ähnlich wie die oben schon beschriebene Diode. Schickt man durch diese Diode Strom, beginnt sie zu leuchten. Das Schaltsymbol zeigt das einer Diode mit Pfeilchen die das emittierte Licht anzeigen sollen.



### 3.9 Der Transistor

In unserer Schaltung sind drei verschiedene Transistortypen zu sehen. Man kann sie sich wie eine Art Wasserhahn mit Steuereingang vorstellen oder als Verstärker bei dem ein kleiner Strom (oder eine kleine Spannung) an einem Steuereingang (der Basis oder dem Gate) einen großen Strom (am Source- oder Kollektorausang) erzeugt. Die hier gezeigten Symbole bezeichnen einen PNP-Transistor, einen NPN-Transistor und einen N-Kanal Feldeffekttransistor

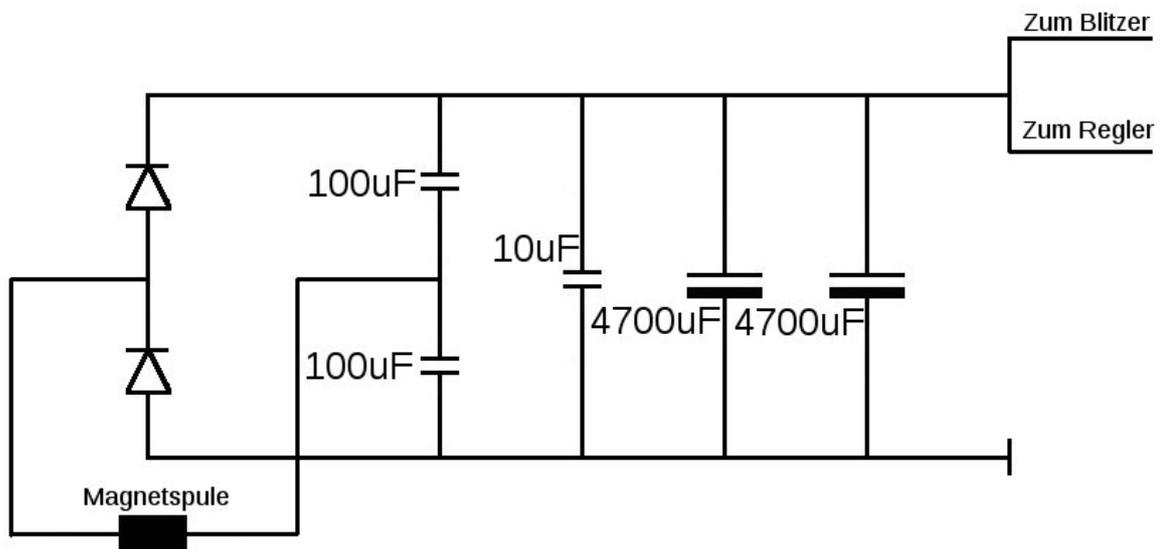


## 4. Die Schaltung

Hier werden die einzelnen Teile der Schaltung etwas genauer unter die Lupe genommen und erklärt wie die Bauteile zusammenspielen

### 4.1 Der Gleichrichter

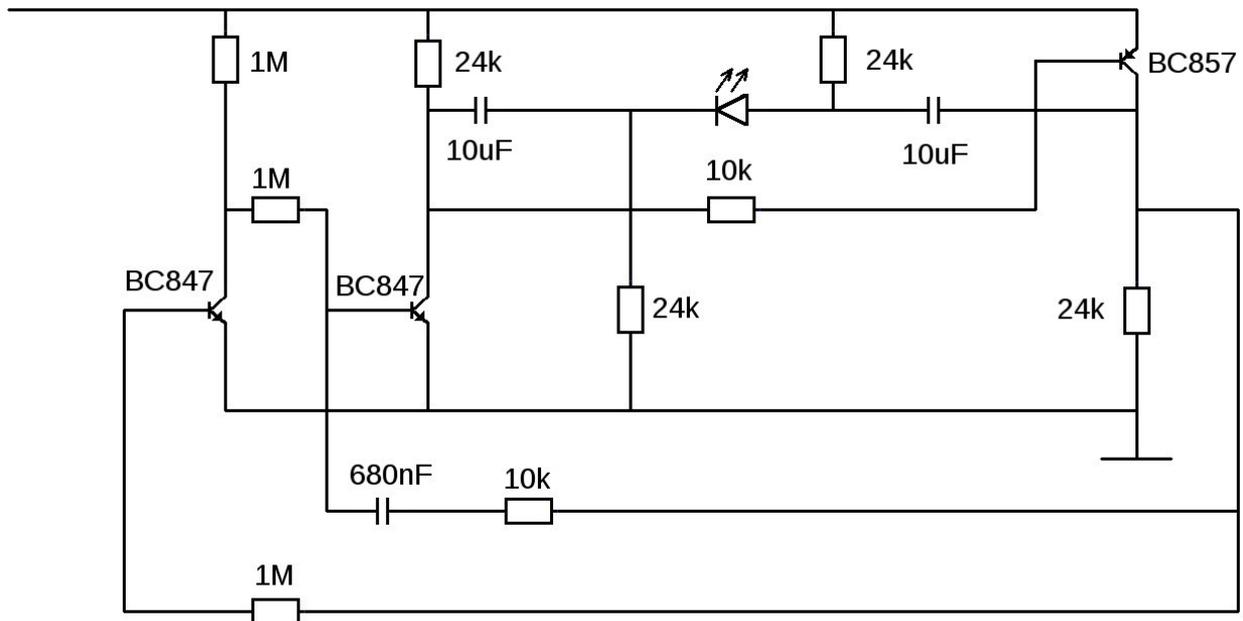
Dreht man einen Magneten (wie auf unserer Platine) in einer Spule, so wechselt das Magnetfeld das durch die Spule fließt seine Richtung zweimal pro Umdrehung. Ein sich änderndes Magnetfeld bewirkt in der Spule eine sich ändernde Spannung die deshalb ihre Richtung auch zweimal umkehrt. Schließt man diese Spule an einen Verbraucher an, wird ein sich ständig ändernder Strom (zweimal pro Umdrehung) entstehen. Unsere Verbraucher (wie z.B. die Blinkschaltung) können aber nur mit einem Gleichstrom umgehen weshalb es eine Schaltung braucht mit der aus der Wechselspannung eine Gleichspannung gemacht wird. Im einfachsten Fall ginge das mit Hilfe einer einzelnen Diode in Serie zur Spule. Sowas hätte allerdings den Nachteil dass man nur eine „Halbwelle“ ausnutzen würde. Um beide Spannungsrichtungen auszunutzen wird deshalb eine Schaltung mit zwei Kondensatoren und zwei Dioden verwendet. Die hier gezeigte Schaltung verdoppelt die Spannung zusätzlich wodurch die Effektivität der Gesamtschaltung deutlich verbessert wird. Mit dem auf diese Weise gleichgerichteten Strom werden die nachfolgenden Kondensatoren geladen wobei die beiden großen Elektrolytkondensatoren (4700 $\mu$ F) die eigentlichen Energiespeicher sind.



## 4.2 Die Blinkschaltung

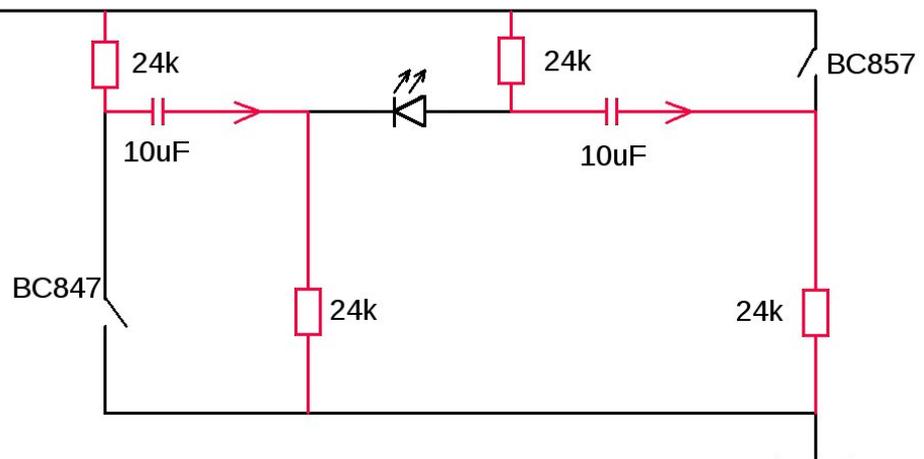
Wie man in diesem Schaltbild sieht, ist die Gesamtschaltung recht verzwickelt aufgebaut. Ich möchte mich deshalb bei der Erklärung nur auf den Teil mit der Leuchtdiode beschränken.

Vom Gleichrichter



Die beiden Transistoren werden zur Erklärung als Schalter dargestellt die beide entweder offen (Ladephase) oder geschlossen (Blitzphase) dargestellt sind.

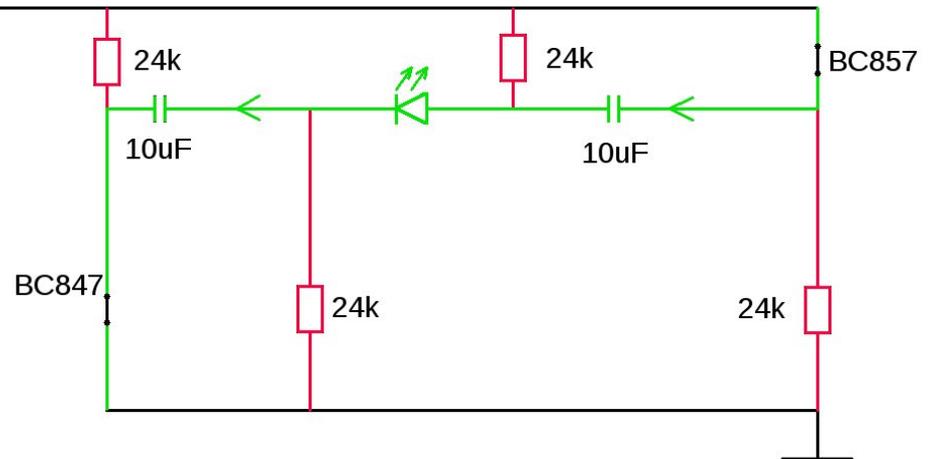
Vom Gleichrichter



In der Ladephase fließt in jeden der beiden Kondensatoren ein Strom (begrenzt durch die Widerstände) bis diese aufgeladen sind.

In der Blitzphase wirken die beiden Transistoren wie geschlossene Schalter. Die beiden Kondensatoren entladen sich über die Leuchtdiode (grün dargestellt) – es kommt zu einem Lichtblitz. Danach werden die Schalter wieder geöffnet (die Transistoren gesperrt) und eine neue Ladephase beginnt.

Vom Gleichrichter



### 4.3 Der Spannungsregler

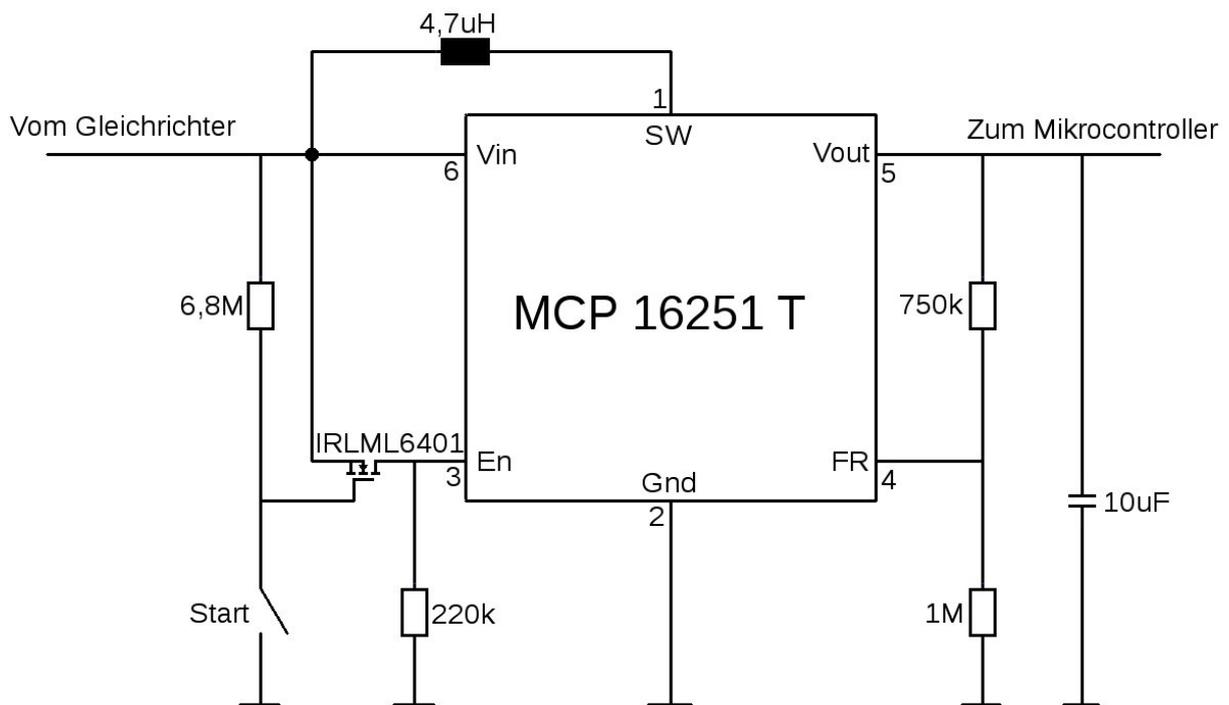
Die Gesamtschaltung besteht aus zwei Teilen:

- Dem Verstärker für's Einschalten
- und dem eigentlichen Regler.

Der Verstärker besteht aus einem sogenannten Feldeffekttransistor der selbst sehr wenig Strom braucht. Er dient dazu den winzigen Strom der durch den Taster (genau genommen durch den auf die Schaltfläche gedrückten Finger) fließt so weit zu verstärken dass der eigentliche Regler damit eingeschaltet werden kann.

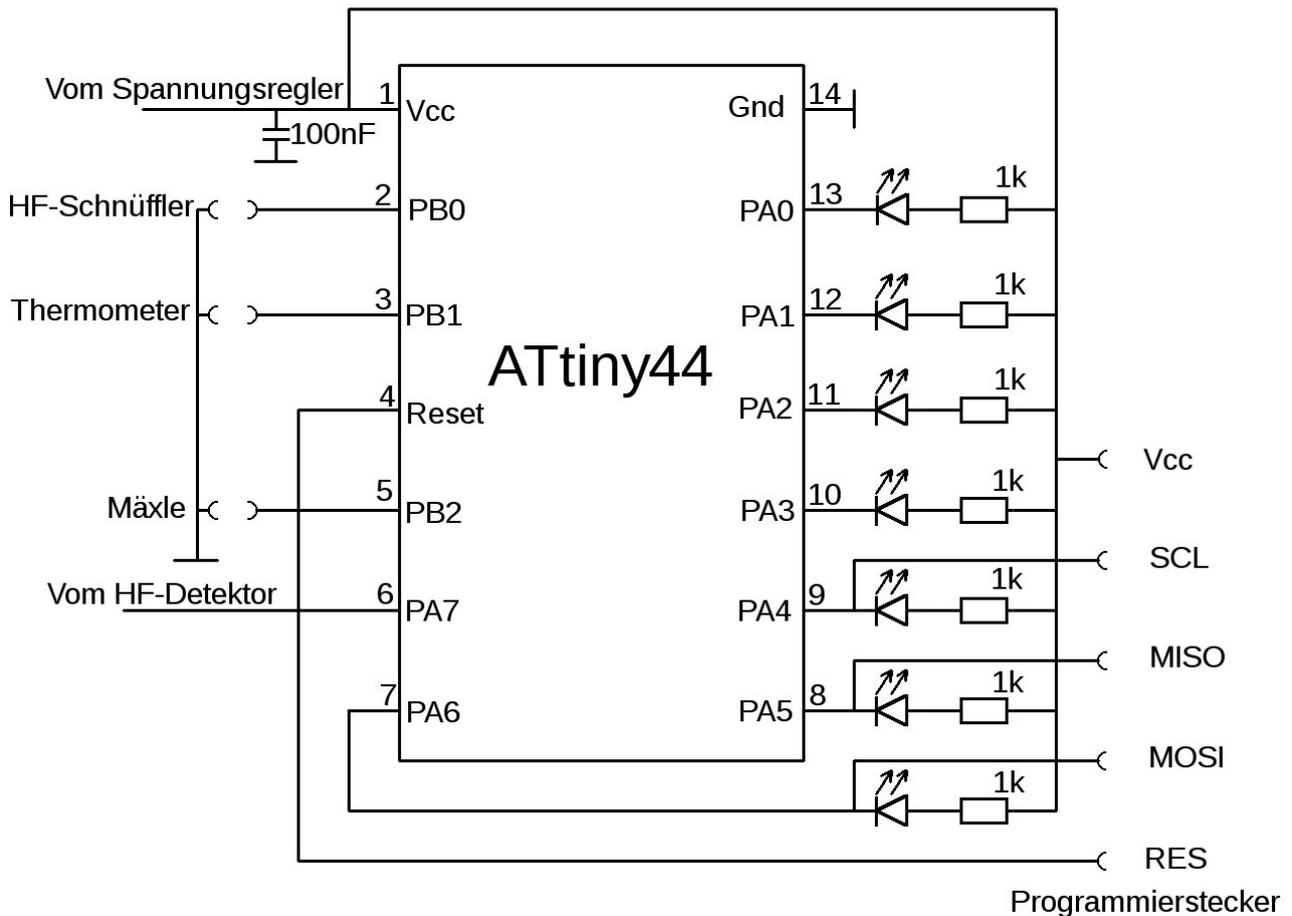
Der eigentliche Schaltregler selbst ist ein recht komplexes Bauelement das zusammen mit einer kleinen Spule aus der Spannung der Elkos (1V bis 2V) eine konstante Spannung von 2.2V machen kann.

Mit dieser Spannung wird dann der Mikrocontroller betrieben der so programmiert worden ist dass er die oben beschriebenen Funktionen (Würfel, Thermometer und HF-Schnüffler) ausführen kann.



## 4.4 Der Mikrocontroller

Der Mikrocontroller ist ein kleiner 14-beiniger integrierter Schaltkreis, ein kompletter Rechner mit Programm- und Datenspeicher, Zeitgebern, einem eingebauten Temperaturfühler und Ein/Ausgabeverstärkern. An dessen Ausgängen sind die roten Leuchtdioden angeschlossen (jeweils mit einem Widerstand zur Strombegrenzung in Serie) und an dessen Eingängen die Stiftleiste zur Programmauswahl und den HF-Detektor.



## 4.5 Der HF-Detektor

Der HF-Detektor besteht aus einer Leiterbahn die als Antenne wirkt. Hochfrequente Magnetfelder oder hochfrequente elektrische Felder erzeugen in dieser Antenne hochfrequente Wechselspannungen. Auch die müssen gleichgerichtet werden (genau wie die Wechselspannung der Spule um den drehbaren Magnet). Dafür werden wieder zwei Dioden in Serie benutzt die zusammen mit dem Kondensator auch wieder eine Spannungsverdopplung bewirken. Damit der

Kondensator sich entladen kann wenn kein hochfrequentes Signal mehr da ist braucht es noch den 1M-Widerstand parallel zu den Dioden. Der 10k-Widerstand in der Schaltung wirkt zum einen „beruhigend“ - der Kondensator kann wegen des begrenzten Stroms nicht allzu schnell geladen werden, zum anderen dient er als Schutz für den Eingang des Mikrocontrollers.

