

# Bandgenerator

## Die Idee:

Auf die Idee kam ich, als ein Lehrer mit einem Bandgenerator experimentierte. Die Experimente mit dieser Hochspannung faszinierten mich so sehr, dass ich mich entschloss, selbst einen Generator zu bauen.

## Die Funktionsweise:

Der Bandgenerator erzeugt nicht Ladungen, er trennt nur bestehende Ladungen. Wenn ein Gummiband über eine Plastikrolle reibt, können Ladungen von einem Gegenstand zum anderen übertreten, auf Grund von unterschiedlichen Austrittsarbeiten, so dass sich beide Gegenstände unterschiedlich aufladen. Durch einen Abnehmer werden die negativen Ladungen, die sich auf dem Band außen befinden, auf die Kugel geleitet, die als Faraday-Becher wirkt. Dort sammeln sie sich an, bis das Fassungsvermögen der Kugel erschöpft ist. (bis zu 70.000V)  
Gefährlich sind die Versuche zwar nicht, da ein Bandgenerator durch diese Reibung nur Spannung (Volt) und keine nennenswerte Stromstärke (Ampere) erzeugt. Personen mit einem Herzschrittmacher rate ich aber von Versuchen mit dem Generator ab, da der Generator evtl. falsche Impulse geben könnte. Aus demselben Grund rate ich davon ab mit empfindlichen Elektrogeräten in die Nähe zu kommen.

## Die Geschichte

Der Bandgenerator wird nach seinem Erfinder auch Van-de-Graaff-Generator genannt. Er erfand ihn um 1930. Schon die Vorläufer des Generators, sog. Influenzmaschinen, waren im Mittelalter sehr beliebt. Zur Volksbelustigung wurden Leute an Schnüren aufgehängt, an solchen Maschinen angeschlossen und ihnen wurden Funken aus der Nase gezogen. . Das Wort Elektrizität kommt vom griechischen Wort "elektron" für Bernstein, der sich beim Reiben elektrisch auflädt.

## Der Aufbau:

Der Bandgenerator besteht aus folgenden Baugruppen:

- A) Montagebrett  
besteht aus: einer Sperrholzplatte mit vier Plastikfüßen
- B) Isoliersäulen  
bestehen aus: Polystyrolröhren bzw. zusammengeklebten Polysterolleisten
- C) Bandantrieb  
besteht aus: zwei Aluminiumblechen als Lagerplatten, einem Plastikrohr mit Achse und Flanschen als Transportrolle, einer Schnurlaufrolle, einer Schleifbürste, einem Andruckregler und einem Schleifblech
- D) Hängelager mit Führungsrolle und Abnehmerbürste
- E) Induktorkugel
- F) Antriebsvorrichtung
- G) Endloses Transportband

## Die Montage:

- A.1 Auf dem Montagebrett werden an den vier Ecken die Kunststofffüße befestigt.
- A.2 Für die Aufnahme der Antriebsvorrichtung werden zwei Führungsleisten angeschraubt.
- B.1 Die Polystyrolröhren bzw. Leisten werden auf die richtige Länge gebracht und mit Hilfe von Aluminiumwinkeln bzw. Filmdosen im Abstand von 10cm auf dem Montagebrett festgeschraubt.
- C.1 Für den Bandantrieb werden die Aluminiumplatten mit den Entsprechenden Bohrungen versehen und Schlitz für Schrauben, Achse und Schleifblech versehen und ebenfalls mit Aluminiumwinkeln zwischen die beiden Säulen geschraubt
- C.2 Die Transportrolle wird auf der Achse aus einer 6mm Gewindestange mit zwei Muttern festgeschraubt.
- C.3 Die Schleifbürste besteht aus einem 10cm langen Messinggrundstück. Der Länge nach werden in Abständen von 10mm jeweils 4mm große Löcher gebohrt. Dann werden die Borsten einer Messingdrahtbürste in die Löcher gesteckt und verlötet.
- C.4 Das Schleifblech wird aus einem Messingblech (85X55mm) hergestellt und mit 15mm langen Schlitz rechts und links versehen. Der Mittelteil wird nun zu einer Rundung eingebogen. Später wird das Blech in die Schlitz der Lagerplatten eingeschoben und mit zwei Spiralfedern angeschraubt.
- C.5 Um die Bürsten mit dem richtigen Druck gegen das Band zu drücken wird ein Andruckregler aus einem Aluminiumblech (60X15mm) auf dem Messinggrundstück festgeschraubt. Mit Hilfe einer Feststellschraube an der Lagerplatte kann dann der Andruck geregelt werden. Nach der Montage des Bandantriebes wird das Schnurlaufrad (6mm) auf der Achse festgeschraubt. Da ich als Lagerplatte Aluminium gewählt habe, leieren die Bohrungen schnell aus. Deshalb habe ich die Bohrungen durch Stahlröhren verstärkt.
- D.1 Das Hängelager besteht aus zwei Aluminiumblechen. Eines davon ist U-förmig und dient zur Aufnahme der Führungsrolle mit der Schleifbürste das andere zur Aufhängung des Lagers und enthält drei Bohrungen. Die beiden Bleche werden in der Mitte mit einem 8mm Gewindebolzen verschraubt der später noch gleichzeitig die Induktorkugel hält. In den anderen Bohrlöchern werden 6mm Gewindestangen angeschraubt und mit Hilfe von Filmdosen bzw. Aluminiumwinkeln auf den Isolierstangen befestigt.
- E.1 Die Induktorkugel besteht aus zwei Papierhalbkugeln. Als Grundmodell wird eine Styroporhalbkugel verwendet. Auf diese klebt man mit Tapetenkleister rundum Zeitungspapierstreifen, bis die erforderliche Stärke von 2mm erreicht ist  
Nach erfolgter Trocknung klebt man zwei Halbkugeln zusammen und schneidet eine kreisförmige Öffnung heraus. Um eine glatte Oberfläche zu erreichen wird die Kugel mit Spachtelmasse bestrichen und mit Schleifpapier geglättet. Zur Befestigung wird eine 8mm Mutter am „Nordpol“ eingeklebt. Damit sie noch eine metallische Oberfläche erhält, wird sie 3X mit Kupferbronze bestrichen. So habe ich drei Kugeln hergestellt, von denen ich eine mit Blattmetall bestrich, was aber keine wesentliche Änderung ergab
- F.1 Der Antrieb besteht aus einer Handkurbel, welche mit einem Elektromotor ausgetauscht werden kann.
- G.1 Das Transportband besteht aus einem 5cm breiten, nicht leitenden Material, welches zu einem Endlosband zusammengklebt wird. Nach verschiedenen Tests hob sich dieses Band von den anderen Stoffen (Tischdecke, Einkaufstüten, Kunstseide, Fahrradschlauch) ab. Das beste besteht aus einem Kielstreifen eines Faltbootes. Es besteht aus Glasfaserverstärktem PVC.

## Die Versuche:

1. Eine Leydener Flasche: Sie besteht aus zwei leitenden und einer isolierenden Schicht (z.B. zwei Metallschüsseln zwischen denen eine Plastikfolie liegt). Die Ladungen, die von der Kugel aufgenommen wurden, sammeln sich zwischen auf den leitenden Schichten und werden ruckartig freigegeben.
2. Das Funkenrad ist ein sehr störrischer Versuch. Es dreht sich nur bei besten Bedingungen. Es ist ein Versuch, bei dem man mit der Spannung Masse bewegen kann. An den spitz zulaufenden Enden stoßen sich die Ladungen ab und bringen das Rad durch den Rückstoß zum Drehen. Dabei muss der Reibungswiderstand überwunden werden.
3. Der wohl bekannteste und auch beliebteste Versuch ist es, die Haare von einer Person nach oben stehen zu lassen. Die Haare sammeln die Ladungen auf, und da sie nicht leitend gleich geladen sind, stoßen sie sich gegenseitig ab. Dieser Versuch kann auch mit einem Schaschlikstab an dem Papierstreifen befestigt sind, durchgeführt werden.
4. Experimente mit Feuer gab es natürlich auch. Zum Beispiel kann man mit den Spannungen des Generators Benzin anzünden, und Flammen von Feuerzeugen in die Breite ziehen.
5. Eine Kugel mit metallischer Oberfläche schwingt, als Pendel aufgehängt zwischen den beiden Kugel hin und her, da sie von negativen Ladungen angezogen wird. Wenn sich die Pendelkugel durch Berührung der Induktorkugel auflädt, wird sie von dieser abgestoßen. Berührt sie die geerdete Kugel wird sie entladen und wiederum von der Induktorkugel angezogen. Dieser Vorgang wiederholt sich.
6. Mit dem Bandgenerator kann man auch Gegenstände „fliegen“ lassen. Man steckt einen Schaschlikstab, der mit Zeitungstreifen beklebt ist, in die obere Öffnung des Generators. Wenn dieser nun angestellt wird spreizen sich die Streifen zunächst wie bei Versuch 3, doch wenn ein Gegenstand in die Nähe des Generators gehalten wird, zieht er den Schaschlikstab an und dieser „fliegt“ weg.
7. Man kann mit dem Generator auch für Beleuchtung sorgen. Die von der Induktorkugel des Generators erzeugten elektrischen Felder lösen z.B. in einer Neonröhre (oder Glimmlampe) selbstständige Gasentladungen aus. Diese Gasentladung entsteht durch ständige Erzeugung elektrischer Ladungsträger durch andere Ladungsträger genügend großer kinetischer Energie. Die in der Röhre enthaltenen Ionen werden zur entgegengesetzt geladenen Elektrode beschleunigt und können auf dem Weg dorthin mit anderen Gasatomen zusammentreffen. Dabei wird Energie zwischen den beiden Stoßpartnern ausgetauscht. Dieses kann zwei Wirkungen haben. Zum ersten kann bei dieser Stoßionisation einer der beiden Partner sein Elektron verlieren, was zur Folge hat, dass er zu einem Ion wird. Auf diese Weise entstehen ständig neue Ladungsträger, die somit den Stromfluss der selbstständigen Gasentladung aufrecht erhalten. Es kann aber auch passieren dass bei diesem Zusammenstoß das Elektron eines Gasatoms energetisch angehoben wird. Springt das angeregte Elektron in seinen ursprünglichen Zustand zurück, so wird die zur Anregung benötigte aufgenommene Energie als Licht frei. So entsteht die Leuchterscheinung in einer Neonröhre.
8. Wenn man kleine Watte- oder Styroporkügelchen auf die Kugel des Generators legt und diesen dann in Betrieb nimmt, fliegen die Kugeln in unterschiedlichen Richtungen davon, da sie die Ladung die bei Berührung des Generators auf sie überspringt, wieder abstoßen und durch Gegenkräfte weggestoßen werden.

9. Die Wirkungsweise eines Faradayschen Käfigs kann man nachweisen, indem man Styropor- oder Wattekügelchen auf die Kugel des Generators legt und einen Faradayschen Käfig daraufsetzt. Die Kügelchen, die eigentlich wie in Versuch Nr.8 in alle Richtungen fliegen müssten, rühren sich nicht, da die Ladungen die dies bewirken über die Außenseite des Käfigs abfließen. Nimmt man den Käfig jedoch ab, erreichen die Ladungen die Kugeln und sie fliegen wieder zu Boden.
10. Wenn man neben die Induktorkugel eine zweite Kugel aus Metall stellt und diese erdet, springt ein Funke über. Die Länge dieses Funkens ist von folgenden Faktoren abhängig:
1. Von der Höhe der erzeugten Spannung.
  2. Von der Luftfeuchtigkeit.
- Dabei gilt: Je niedriger die Luftfeuchtigkeit, desto länger der Funke, da bei hoher Luftfeuchtigkeit die Ladungen über die in der Luft enthaltenen Wassermoleküle abfließen. Die längste von mir erzeugten Funken waren 6.5cm lang was nach der ungefähren Regel „1mm Funkenlänge=1000V“ cirka 65.000V entsprechen.