



Schulbiologiezentrum Hannover

Vinnhorster Weg 2, 30419 Hannover

Tel: 0511-168-47665/7

Fax: 0511-168-47352

Email : schulbiologiezentrum@hannover-stadt.de

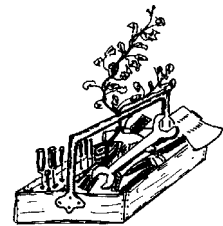
Hannover

Unterrichtsprojekte Natur und Technik

19.4

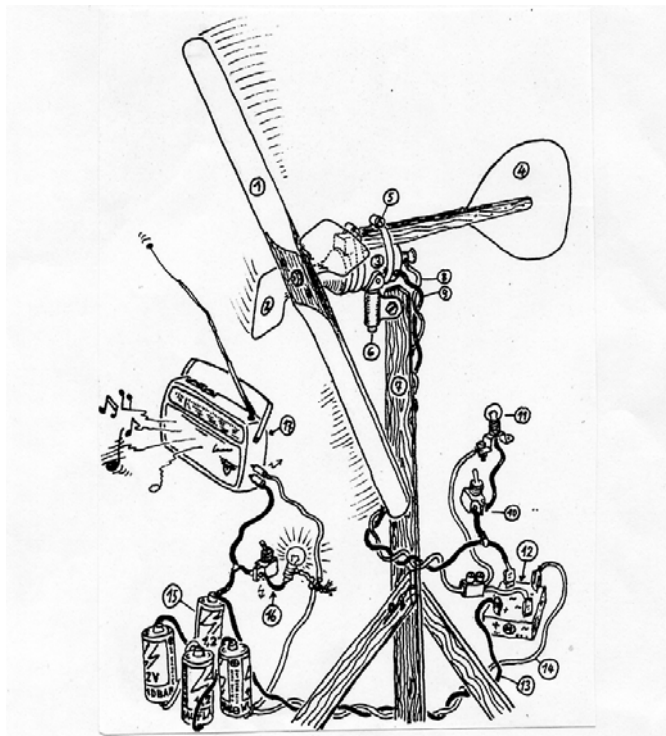
Zum Selbstbau

für Arbeitsgemeinschaften und Projektwochen:



Ein kleiner Windgenerator mit einem Fahrraddynamo, einem Gleichrichter und einem Akku-Lader zum Betrieb eines Walkman

In der Arbeitshilfe 19.1 ist bereits der Selbstbau eines kleinen Windkraftwerks mit einem Kassettenrecordermotor und einer Treibriemenübersetzung angeregt worden. Hier folgt ein zweiter Bauvorschlag, der in der Konzeption jedoch erheblich einfacher, und in der Materialbeschaffung noch unproblematischer ist.



Beschrieben wird hier eine Mini-Windkraftanlage mit einem selbst gefertigten Repeller (Rotor) aus einer Holzleiste (wie in Arbeitshilfe 19.1 beschrieben, allerdings kleiner!), einem Fahrraddynamo, einer Vorderradnabe, einem Metallrohr und etwas Holz. Auch ein Propeller aus einem PKW-Kühlerventilator bringt den Generator ordentlich in Schwung. Das "Kraft"-werk erzeugt, dem Dynamo entsprechend, maximal 6 Volt Wechselspannung bei ca. 0,5 Ampere Strom, was ausreicht, um ein Fahrradglühlämpchen hell glühen zu lassen, oder, bei Umwandlung in Gleichstrom durch einen Gleichrichter (s.u.), etwa ein kleines Radiogerät oder einen Walkman zum Laufen zu bringen. Der "Windstrom" kann mit Hilfe eines kleinen Akku-Ladegerätes gespeichert werden.

Benötigt wird:

- Ein leichtgängiger 6V-Fahrraddynamo, eine Holzleiste
- Verschiedene Kleinteile wie: Schrauben, Muttern, Unterlegscheiben usw.
- Für den Gleichrichter: 4 Schottky-Dioden
- Für das Ladegerät: Batteriehalterungen, 2 (oder mehrere) Nickel-Cadmium Akkus, Typ "Mignon" 1,2V/500 mA
- Werkzeug: Rassel, Feile, Schleifpapier, Bohrer, LötKolben

Wie aus Wind Strom werden kann:

Die vorliegende Arbeitshilfe kann auf Grund des begrenzten Umfangs nicht allzu tief in technische Details einsteigen. Für weiter interessierte sei auf das hervorragende Heft "Windkraft? Ganz einfach" aus der Reihe "Einfälle statt Abfälle" verwiesen, das bei Christian Kutzt, Dammstraße 44 Hinterhaus in 2300 Kiel erschienen ist (unter ISBN 3-924038-28-7 auch im Buchhandel bestellbar, Preis DM 5.-). Für technisch versiertere Bastler gibt es zum gleichen Preis und im gleichen Verlag ein Folgeheft mit dem Titel "Windkraft? Ja bitte", das den Bau eines leistungsfähigen Windrads mit einer umgewickelten Autolichtmaschine sehr detailliert beschreibt. Die Anregung zum Bau des vorliegenden Geräts entnahmen wir diesen Broschüren.

Das Grundprinzip der Stromerzeugung durch einen Generator ist, dass ein zur Spule aufgewickelter elektrischer Leiter (lackierter Kupferdraht) in einem Magnetfeld bewegt wird bzw. dass sich ein Magnet mit seinem Magnetfeld in einer Spule bewegt. Dadurch werden im Leiter befindliche elektrische Teilchen (Elektronen) bewegt, so dass am einen Dynamoanschluss ein Ladungsüberschuss (also ein Überschuss an Elektronen), am anderen ein Ladungsdefizit entsteht. Die Bewegungsrichtung der Elektronen in der Kupferspule wechselt nun ständig, und zwar umso häufiger, je schneller sich das Reibrädchen am Dynamokopf dreht. Es entsteht als ein Wechselstrom, den wir zum Betrieb eines Glühlämpchens benutzen können, der aber z.B. für ein Radiogerät zunächst unbrauchbar ist.

Das Phänomen der Entstehung von Spannung und Strom im Generator lässt sich durch einen einfachen Versuch demonstrieren: Suche z.B. eine Pappöhre und einen Magneten, der sich leicht durch die Röhre schieben lässt. Wickle einige Meter isolierten Draht (Klingeldraht oder Kupferlackdraht, letzteren an den Enden mit Schleifpapier vom Isolierlack befreien!) auf die Röhre und schließe ein empfindliches Volt- oder Amperemeter an. Durch Bewegen des Magneten im Rohr entsteht ein Ausschlag des Messgerätes. Dabei schwankt der Zeiger um den Nullpunkt, die Polarität (+ und -) wechseln, auch hier entsteht also Wechselstrom.

Eine schnelle Funktionskontrolle des mit einem Glühlämpchen verbundenen Dynamos durch Drehen am Reibrädchen liefert zunächst keine oder enttäuschende Ergebnisse. Woran liegt das?

Hier bietet sich eine Chance, das leidige "Pi"-Problem im Mathematikunterricht aus dem Problem heraus und überfachlich zu entwickeln.

Wie schnell dreht sich das Reibrädchen eigentlich bei einer bestimmten Fahrradgeschwindigkeit? Anders formuliert: Auf wie viele Touren muss der Wind den Dynamo eigentlich bringen, damit ein kräftiger Strom fließt?

Zunächst: Wie lang ist eigentlich die Strecke, die ein Fahrrad zurücklegt, wenn sich die Räder einmal herumgedreht haben? Durch langsames Schieben des Fahrrades um exakt einen Vorderradumfang und gleichzeitiges Mitzählen der Umdrehungen des Reibrädchens lassen sich die Rotationsgeschwindigkeiten von Rad und Dynamorädchen hochrechnen. Vergleicht man den Durchmesser (bzw. Radius) von 24er, 26er und 28er Rädern und setzt sie in Beziehung zum jeweils gemessenen Umfang (Umfang durch Durchmesser bzw. zweifachen Radius teilen), so entdecken die Schüler die Kreisconstante $\pi = 3,14$ der Alten Griechen neu. Vergleichen wir die Reifen- und die Reibradumdrehungen erkennen wir das zentrale Problem der meisten Einfachst-Windanlagen: Bei 20 km/h Geschwindigkeit mit dem Drahtesel kommen wir auf 88 Reibradumdrehungen pro Sekunde, und die wollen mit einem

Windrad erstmal erzeugt sein! Der Dynamo-Windgenerator arbeitet ohne eine Übersetzung, die im konkreten Fall sehr viel Energie durch Reibungsverluste "auffressen" würde. Es bedarf daher schon einer gewissen Windstärke, um den Dynamo auf ausreichende Drehzahlen zu bringen!

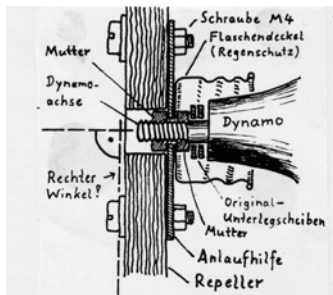
Um zu zeigen, dass Arbeit geleistet werden muss, um ein Glühlämpchen leuchten zu lassen, sollte einmal eine Garnrolle, deren Bohrung mit einer Rundfeile erweitert worden ist, zentrisch auf den Dynamo gesetzt werden. An einen, auf die Rolle gewickelten Faden wird ein Gewicht gehängt, das beim Herunterfallen den Dynamo in Gang setzt. Um den Vorgang wiederholen zu können, muss Hubenergie gegen die Schwerkraft aufgewandt werden. Vergleiche die Geschwindigkeit, mit der das Gewicht bei angeschlossener bzw. nicht angeschlossener Glühlampe herab fällt.

Repeller (Flügel):

Die Herstellung des Flügels (Repeller) ist in AH 19.1 beschrieben. Die Kräfte, die den Flügel im Wind zum Drehen bringen lassen sich an einem Modell demonstrieren, das in AH 19.2 dargestellt wurde und mit einem Handhubschrauber (AH 19.3) spielerisch erfahren werden kann. Hier muss aus Platzgründen auf diese Materialien verwiesen werden.

Da der Repeller schnell laufen muss, sollte der Anstellwinkel (s. 19.1) etwas flacher gewählt werden, was allerdings den Nachteil hat, dass der Dynamo dann schwerer anläuft. Wichtig ist, dass leichtgängige Dynamos verwendet werden!

Aufsetzen des Repellers auf den Dynamokopf

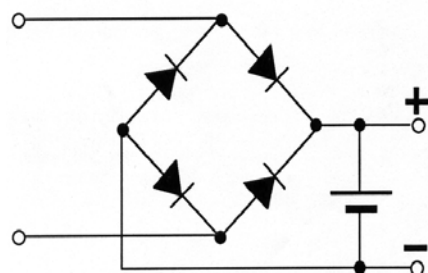


Der Repeller wird direkt, ohne Zwischenschaltung eines Getriebes auf den Dynamo gesetzt. Dazu ist das Reibrädchen abzunehmen. Bei älteren Dynamos kann mit spitzer Zange oder ggf. mit einem Steckschlüssel die Befestigungsmutter abgedreht werden (Reibrad dabei mit zweiter Zange festhalten). Bei neueren Geräten muss erst die Außenhülle des Reibrades abgenommen werden. Leider sind die Dynamo-Bauformen so unterschiedlich, dass es unmöglich ist, ein Patentrezept anzugeben.

Da die Dynamowelle ein Schraubgewinde besitzt, ist es möglich, mit einer zweiten Mutter eine schmale Platte (Holz oder Metall) zu befestigen. Sie sollte an den Enden mit je einem Loch versehen werden und dient später als Verbindung zwischen Dynamo und Repeller. Der Dynamo kann von Hand gehalten werden. Dies schafft im Wettbewerb unter den Schülern ein Gefühl dafür, woher und wie der Wind weht. Bei böigem Wind muss schnell reagiert werden, bei Flaute kann der Wind unterstützt werden, wenn man ihm entgegenläuft usw. Der Dynamo kann auch auf ein Chassis gesetzt werden., eine Anleitung dazu findet sich in AH 19.1.

Gleichrichter

Wechselstrom lässt sich durch eine Gleichrichterschaltung in Gleichstrom verwandeln. Durch intelligente Anordnung von Dioden wird der Strom durch elektrische "Einbahnstraßen" geschickt, mit dem Resultat, dass die positiven Halbwellen des Wechselstroms zum Pluspol, die negativen zum Minuspol des Ausgangs geschickt werden. Durch einen Kondensator wird die Restwelligkeit unterdrückt.



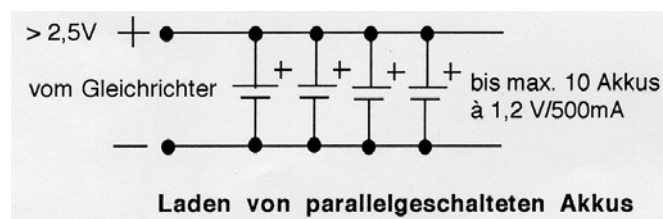
Der Bau eines Gleichrichters erfordert vier Dioden (möglichst Schottky-Dioden), einen Elektrolytkondensator, einen LötKolben und Lötzinn. Die Schaltung lässt sich in der einfachsten Version auf einer Holzplatte aufbauen, wobei die Bauteile zwischen blanken, ins Holz gedrückten Reißzwecken verlötet werden. Lochrasterplatten mit Kupferaugen (Elektronik-Fachhandel) bieten ein etwas "professionelleres" Aussehen.

Verbraucher und Stromspeicherung:

Am Ausgang des Gleichrichters kann ein Walkman (Über die Batterieklemmen einen externen Anschluss schaffen!) oder ein kleines Radio betrieben werden (geeignet ist z.B. der Apfelradio-Bausatz der Fa. CONRAD). Dass der Walkman dabei Gleichlaufschwankungen zeigt weist auf die Hauptproblematik der Windenergie hin. Auf Gleichmäßigkeit ist kein Verlass. Die Energie muss gespeichert werden, um auch in windlosen Zeiten verfügbar zu sein. Zum Speichern setzen wir kleine Akkus ein. Die Speicherelemente haben dabei den Vorteil, dass sie über lange Zeiträume hinweg eine konstante Spannung liefern. Der Walkman bekommt dadurch wieder den gewohnten Klang.

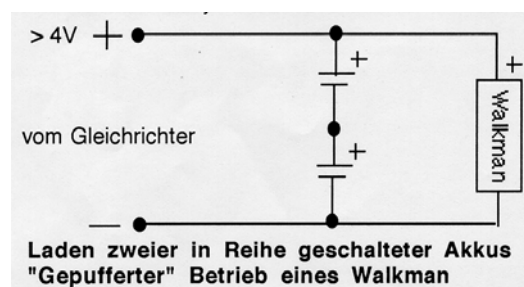
Die zu ladenden Akkus (1,2 Volt Nickel-Cadmium Zellen, Typ "Mignon") werden in passende Batteriehalterungen gesetzt. In Bezug auf die Auswahl und Anordnung der Halterungen gibt es mehrere Möglichkeiten, von denen hier nur zwei kurz vorgestellt werden sollen: Hinzuweisen ist darauf, dass in dieser einfachen Weise natürlich keine Konstantstrom-Ladung möglich ist, was die Zahl der Ladezyklen und die Lebensdauer der Akkus herabsetzt. Der Vorteil liegt aber in der leichten Durchschaubarkeit.

Die Zellen werden parallel geschaltet und an den Gleichrichterausgang geschlossen. Ausgehend von der Überlegung, dass der Gleichrichter einen Spannungsverlust von insgesamt ca. 1 Volt verursacht, wird eine 1,2 Volt Zelle nur geladen, wenn die Dynamospannung über 2,2 Volt liegt. Wird in die Leitung noch eine Leuchtdiode gesetzt, die den Ladevorgang anzeigt, müssen wir mit einem weiteren Spannungsabfall rechnen.



Ein 3-Watt Dynamo erzeugt bei 6 V Spannung 0,5 Ampère (500 mA) Strom. Das wäre im Prinzip genug, um 10 parallel geschaltete 1,2 V Zellen mit 50 mA Strom zu laden: Jede Zelle hat eine Kapazität von 500 mA und soll 10 - 15 Stunden lang mit 10% dieser Kapazität

geladen werden. Nach dem Aufladen können jeweils zwei Akkus in den Walkman eingesetzt werden.



Ein Walkman wird in der Regel mit 2 Mignon-Zellen à 1,2 Volt betrieben. Beide Zellen werden in Reihe geschaltet, was eine Spannung von 2,4 V ergibt. Es gibt Batteriehalterungen für 2 Akkus, die direkt mit dem Gleichrichter verbunden werden können. In dieser Schaltung beginnt der Ladevorgang erst bei gut 4 Volt Dynamospannung. Diese Anordnung hat aber den Vorteil, dass der Walkman ständig am "Kraftwerk" bleiben kann.

Wenn der Wind abflaut, liefern die Akkus die nötige Energie, briest es auf, wird Energie in die Akkus hineingeliefert. Die Spannung, die dem Walkman angeboten wird, bleibt nahezu konstant, sie wird durch die Akkus "gepuffert".

Höhere Spannung:

Für Spezialisten sei noch der Hinweis gegeben, dass die Zahl der Kupferlackwindungen der Dynamospule erhöht werden kann. Dadurch steigt die Spannung. Der Dynamo muss dazu allerdings vorsichtig aufgesägt werden und zerlegt werden. Die vorhandene Spule wird abgewickelt und durch z.B. doppelt so viele Windungen dünneren Kupferlackdrahts ersetzt. Beim erneuten Zusammenbau darauf achten, dass der Dynamo leichtgängig bleibt.

Ingo Mennerich, Hannover, Februar 1994
Leicht veränderte Neuauflage Januar 2005

Zeichnungen aus Christian Kutzt:
"Windkraft? Ganz einfach", Reihe "Einfälle statt Abfälle",
Eigenverlag Kiel 1992 (ISBN 3-924038-28-7)