

Aus „deutsche Physik“, 4/16 (1995):

Hochspannung aus fallendem Wasser

Arbeitsgemeinschaft der Gesamtschule "Friedenschule Münster"

Petra Günnewig, Christian Simonovic,

Christoph Heitkamp, Daniel Rückamp

Betreuungslehrer: Friedrich Howar und Werner Rückamp

Echelmeyerstraße 19, D-48163 Münster, Deutschland

Für den deutschen Schüler-Wettbewerb "Jugend-forscht" wollten wir uns mit Polarlichtern beschäftigen. Wir haben in diesem Jahr an diesem Wettbewerb teilgenommen mit einer Anordnung, mit der sich schon mehrere Forscher beschäftigten. Bei diesen alten Anordnungen mit fallendem Wasser treten außer elektrischen Erscheinungen auch Leuchterscheinungen auf. Wasser ist bisher physikalisch nicht genügend untersucht worden. Es ist der interessanteste und komplizierteste Stoff, was auch unsere Versuche bestätigten.

Der "einseitige Aufbau" sieht folgendermaßen aus:

Aus einer engen Düse (eine Injektionsnadel mit dem Durchmesser (0.1-0.5mm) fällt Wasser senkrecht nach unten in eine Metallschale (bei uns: Kupfer). Die Schale haben wir nach unten mit Paraffin isoliert. Ihr Abstand zur Düse variiert zwischen 30 und 100cm. Ein an die Schale angeschlossenes Elektroskop zeigt Ladungen an, wenn wir Paraffin, Wachs oder PVC-Folien in die Nähe des austretenden Wasserstrahls halten. Diese Stoffe sind offensichtlich selbst geladen und setzen dadurch den Vorgang der Aufladung des fallenden Wassers in Gang.

Diese "Fremderregung" kann zu einer "Selbsterregung" führen, wenn der Aufbau zu einem symmetrischen "zweiseitigen" wird (siehe Bild 1). Dieser Aufbau erschien uns für unsere Versuche günstiger, so

dass wir nur mit diesem Apparat experimentierten und so die folgenden Ergebnisse nur mit diesem Aufbau erhalten.

Aus zwei gleichen Düsen im Horizontalabstand von mindestens 70 cm fällt Wasser in 2 Metallschalen. Etwa 6 cm unterhalb jeder Düse fällt das Wasser durch ein Stück Metall. Das kann ein kurzes Metallrohr, eine Metallspirale oder eine Platte mit Loch sein. Für unsere Versuchsanordnungen nehmen wir meistens eine Spirale. Die linke Spirale ist mit der rechten und die rechte Spirale mit der linken Schale durch ein hochisolierendes Kabel elektrisch verbunden. Am tiefsten Punkt der Schalen ist eine Bohrung, durch die das Wasser über Schläuche in einen Topf geführt wird, aus dem es mit einer Pumpe wieder zu den Düsen befördert wird.

Anstelle der Umwälzpumpe, die einen geringen Druck in unserem Schlauchsystem aufbaut, ist ein Anschluß an das Wasserleitungsnetz mit einem Druck von 10 bar möglich und empfiehlt sich für Düsen mit einem größeren Durchmesser (ca. 0.8mm). Denn je enger die Düsen sind, desto geringer kann der Druck sein. Allerdings muß der Druck so groß sein, daß noch Wasser aus den Düsen austritt. Es wäre dann auch möglich, einen Wasserbehälter oberhalb der Düsen anzubringen, aus dem das Wasser nun herausfließt. Wenn hierbei der Druck für enge Düsen ausreichen würde, wäre das die optimale Lösung, die aber noch ausprobiert werden müßte.

Sowie das Wasser anfängt zu fließen, beginnen sich die feinen Strahlen unterhalb der Spiralen aufzufächern und es läßt innerhalb weniger Sekunden die Kupferschalen auf. Bei steigender Aufladung verschiebt sich die Stelle der beginnenden Auffächerung nach oben. Unser statisches Voltmeter zeigt nach 5-30 Sekunden eine Spannung von 6000 Volt zwischen den beiden Spiralen (oder Schalen) an. Diese doch relativ große Zeitdifferenz ergibt sich aus den unterschiedlichen Bedingungen, unter denen der Versuch läuft. So konnten wir die guten Werte von 5s nur mit weichem Wasser (5° dGH [deutsche Gesamthärte]) messen.

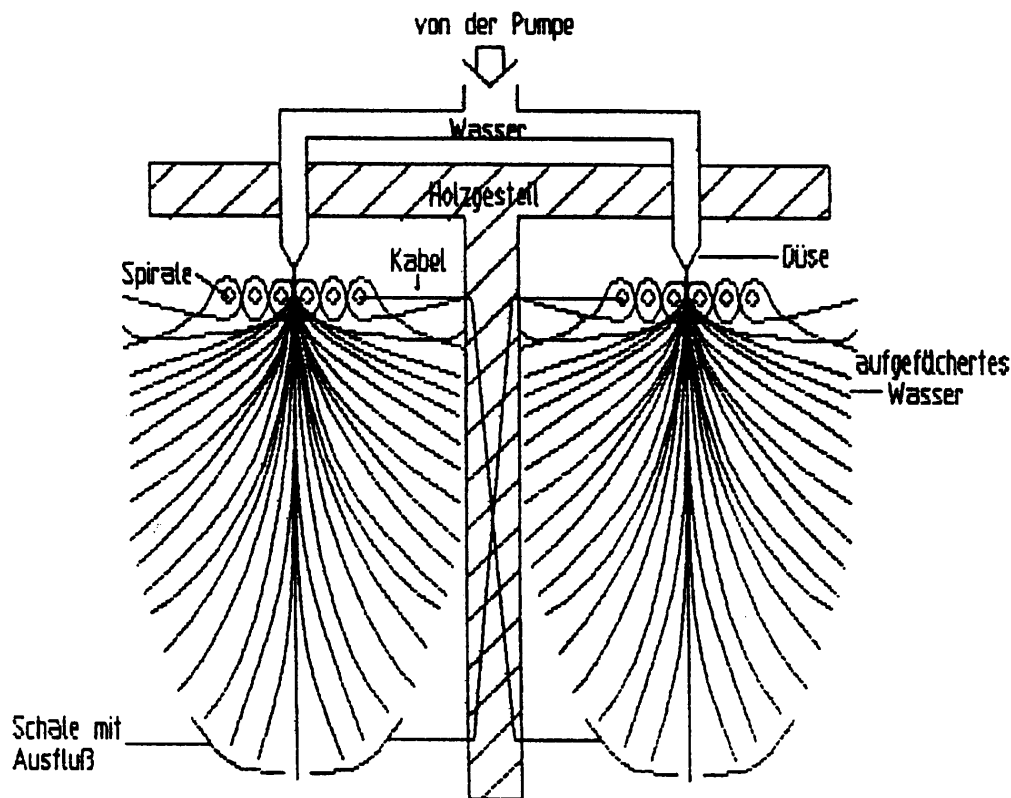


Bild 1: Querschnitt des Aufbaus (vereinfacht)

Die Aufladezeit wird mindestens von folgenden Größen beeinflusst: der Wasser- und Raumtemperatur, der Luftfeuchtigkeit, dem Wasserdruck, dem Innendurchmesser der Spitzen, der Tageszeit, den Abständen zwischen Düse-Spirale und Spirale-Schale und der Entladung der Apparatur durch äussere Einflüsse. Durch eine zwischen die Kupferschalen geschaltete Funkenstrecke können wir höhere Spannungen als 6 kV abschätzen. Unter guten Bedingungen erreichen wir auch 15-20 kV.

Wir brachten einen, von einem Mitschüler gebauten, elektrostatischen Motor mit der Hochspannung aus fallendem Wasser zum Laufen. Die Leistung des Motors betrug etwa 1mW.¹ Ferner

¹ Anm. d. Red.: Eigene Versuche, mit Hilfe einer definierten Belastung in Form eines Widerstandes die Leistung bzw. den Wirkungsgrad der Apparatur zu ermitteln, sind bislang fehlgeschlagen. Durch die Belastung wurde der Aufschaukelungseffekt verhindert. Generell können mehrere Aufbauten parallelgeschaltet werden, um die Leistung zu erhöhen. Bei gleicher Durchflußmenge erzeugen eine größere Anzahl Düsen mit kleinerem

konnten wir mit ihr Neonröhren von 2-32W zum Leuchten bringen. Es war ein pulsierendes Leuchten mit einer Frequenz von bis zu 35 Hz.

Oberhalb der Spiralen ist keine Anziehung zwischen Wasserstrahl und Spirale feststellbar. Bringt man in diesem Bereich aber Magnete an den Wasserstrahl heran, sieht man, daß er von beiden Magnetpolen abgestossen wird. Das führt zu einer Fokussierung des Strahles, sobald er senkrecht durch ein homogenes Magnetfeld fließt.

Wenn wir davon ausgehen, daß der geladene Wasserstrahl einen senkrecht gerichteten Strom darstellt, ist die Ablenkungsrichtung nicht mit der Lorentzkraft (3-Fingerregel) erklärbar. Irgend etwas bisher nicht Geklärtes muss da im Spiel sein.

Eine gängige Erklärung für die Aufladung des Wassers ist folgende: Man geht davon aus, dass ein geringer Ladungsunterschied im Wasser besteht. Dieser Ladungsunterschied entsteht durch Ionisierung durch radioaktive Strahlung oder Höhenstrahlung. Auf der rechten Seite des Versuchsaufbaus befindet sich z. B. ein positives Wasserteilchen mehr. Dadurch wird die rechte Schale und die mit ihr verbundene linke Spirale positiv geladen. Negativ geladene Wasserteilchen werden nun von der linken Spirale angezogen und wandern in den linken Teil des Versuchsaufbaus. Die negativen Wasserteilchen fallen jetzt in die linke Schale und laden diese und die rechte Spirale negativ auf. Jetzt werden wieder positive Wasserteilchen von der rechten Spirale angezogen, die in die rechte Schale fallen. Durch "Aufschaukeln" dieses Vorgangs entsteht die hohe Spannung.

Gegen die oben genannte Erklärung der Spannungsentstehung können wir folgende experimentellen Befunde angeben:

Sie berücksichtigt nicht die Abhängigkeit der Spannung vom Durchmesser der Düsen. Der größte Durchmesser, bei dem noch eine geringe Spannung entsteht, ist etwa 0.8 mm. Je enger wir die Düsen wählten, desto besser war der Spannungsaufbau. Gegen die Erklärung spricht auch, dass zwischen Düse und Spirale ein Abstand von einigen Zentimetern eingehalten werden muß.²

Durchmesser mehr Entladungen. Ein größerer Abstand zwischen den Düsen steigert die Entladungshäufigkeit.

² *Anm. der Red.: Aus Unterlagen von Walter Schauburger geht ebenfalls hervor, daß es für jeden Aufbau einen optimalen Abstand zwischen Düsenspitze und*

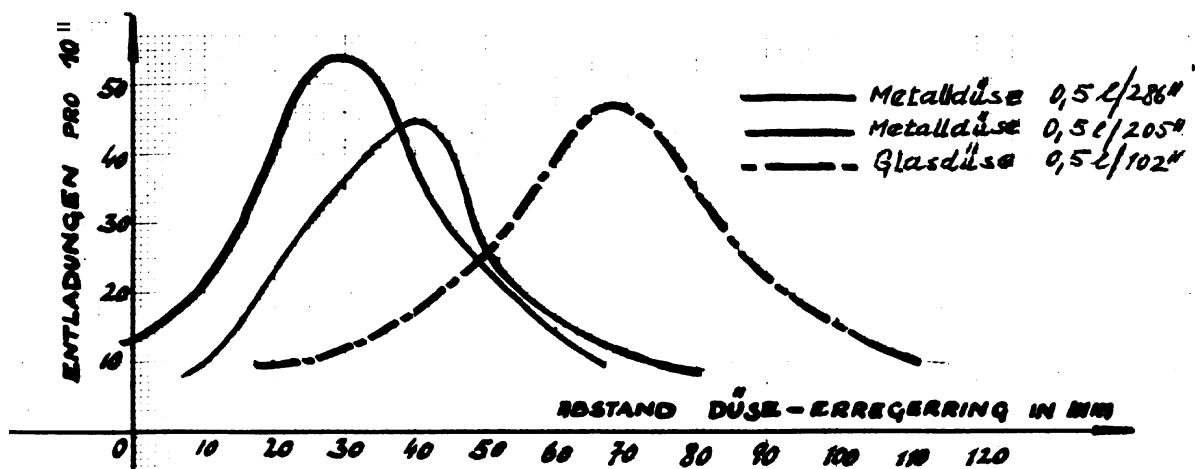
Ein weiterer Einwand ist die Abhängigkeit von der Tageszeit. Wir haben sehr häufig nach Schulschluss um 14h unseren Apparat betrieben. Oft trat 2 Stunden lang keine nennenswerte Spannung auf oder wenn, dann nur für kurze Zeit. Nach 2 Stunden Betrieb aber stieg gegen 16h die Spannung auf so hohe Werte, dass wir damit experimentieren konnten. Dieser starke Effekt hielt bis mindestens 22h an. Morgens um 8h war er wieder verschwunden.

Diese zeitabhängigen Versuche wurden mit sehr hartem Wasser (20-22° dGH) durchgeführt. Bei Verwendung von erheblich kalkärmerem Wasser erhält man zu allen Tageszeiten mindestens 6 kV Spannung.³

Bei ganz feinen Düsen wird die Erklärung auch deshalb so schwer, weil ein so feiner schwebender Wassernebel entsteht, dass kaum noch Wasser in die Schalen gelangt. Bei steigender Aufladung gelangt auch weniger Wasser in die Schalen, weil das Wasser durch die Auffächerung verteilt wird. Diese Tatsache haben wir in einem Experiment berücksichtigt und grössere isolierte Schalen genommen, aber durch die große unisolierte Oberfläche wurde zuviel Ladung abgegeben.

Der Wasserstrahl fächert sich unterhalb der Spirale kegelförmig auf. Der Durchmesser des Kegels beträgt einen Meter unter den Spiralen

Erregerring gibt. Nachfolgende Grafik zeigt den Zusammenhang zwischen diesem Abstand und der Anzahl von Entladungen einer Funkenstrecke (" = sec).



Weitere Messungen ergaben, daß der Abstand Düse – Becher nur geringfügig die Anzahl der Entladungen beeinflusste, sofern er mindestens 80mm betrug.

³ Anm. d. Red.: Es gibt allerdings auch die Aussage von Viktor Schauburger, wonach der Effekt am Nachmittag am geringsten ist.

ungefähr 1,20m. Bei den äußeren Wasserteilchen des Wasserstrahls sind die Anziehungskräfte der Spirale größer als die Erdanziehungskraft, so dass die Teilchen von der Spirale angehoben werden. Die meisten dieser Teilchen winden sich um die Spiralendrähne (deshalb nahmen wir Spiralen), bis ihre Bewegungsenergie abgenommen hat, sie eingefangen werden und sich als Tropfen an der Spirale sammeln. Die Spiralen werden dadurch etwas entladen, da die Wasserteilchen entgegengesetzt geladen sind. Insgesamt wirkt sich das nicht negativ aus, die Spannungsminderung zeigte sich am Messinstrument nicht. Das Wasser sammelt sich als Wassertropfen an den Spiralen. Andere äußere Teilchen werden von der Spirale nur abgelenkt, aber nicht angezogen, so daß die kegelförmige Auffächerung entsteht. Die inneren Wasserteilchen haben eine so große Bewegungsenergie, daß sie direkt in die Schale fallen. Die gegenseitigen Abstoßung der gleich geladenen Teilchen verstärkt den Effekt der Auffächerung. Wenn man genau beobachtet, kann man auch sehen, daß Wasserteilchen von der gleich geladenen Schale abgestoßen werden.

Direkt unterhalb der Spiralen sieht man, daß der Wasserstrahl eine spirale Struktur aufweist. Ist es eine Verdichtungserscheinung? Eine Temperaturmessung ergab, daß das Wasser vom Austritt aus der Düse bis zur Spirale, ein Weg von etwa 6 cm Länge, einen Temperatursturz von 17°C auf 3°C erfährt. Oberhalb der Schalen ist es wieder wärmer, weil es wahrscheinlich durch die Raumtemperatur wieder erwärmt wird. Besonders dort ist die Temperatur schwierig zu messen, weil das Wasser sehr vernebelt ist.

Wir haben die evakuierte Kugel einer Lichtmühle in die Höhe des Wasserstrahls gebracht. Es entstand innerhalb der Kugel oder im Glas ein ruhiges flackerfreies blaues Leuchten. Während einer längeren Versuchsreihe war eine ähnliche bläuliche Leuchterscheinung ohne Vakuumkugel zu sehen. Sie trat oberhalb der Spirale auf. Es war nicht zu unterscheiden, ob der Wasserstrahl oder die umgebende Luft leuchtete. Das war unser künstliches Polarlicht. Die Leuchterscheinung, die wir seit 3 Jahren suchten. Es ist uns bisher nicht wieder gelungen, sie hervorzurufen, um sie genauer zu untersuchen und zu lokalisieren.

