

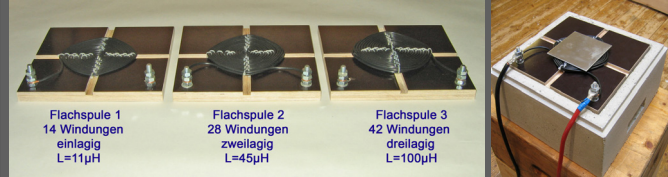
# Die unheimliche Kraft des Magnetismus: Metallverformung durch Kurzpulsmagnetfelder

Projekt von Max Bigelmayr

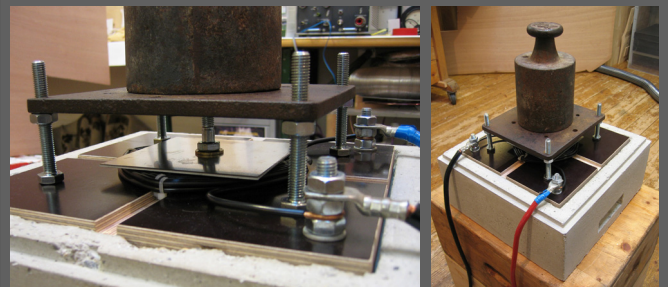
# Physik

## Elektromagnetisches Stanzen von Metallblechen

Hierfür wurden 3 verschiedene Flachspulen mit unterschiedlichen Windungszahlen gewickelt, die als Arbeitsspulen direkt an die "Kombinierte Kondensatorbank" angeschlossen werden können. Die Spulen können so zum Verformen, Stanzen bzw. Prägen von Aluminiumblechen benutzt werden.



Bei einer Stanzung wird zunächst ein 2 mm dickes Aluminiumblech auf der Spule positioniert. Anschließend wird eine „Eisenplattform mit einem Stanzbolzen“ auf das Spulenbrett gestellt und auf die richtige Höhe justiert. Als letztes wird die Plattform mit einem 10 kg Gewicht zusätzlich beschwert.



Während der Entladung der Kondensatorbank durch die Spule hat der magnetische Druck zwischen Metallblech und Spule einen enormen Kraftstoß auf das Blech und die Spule zur Folge. Da die Beschleunigungsphase des Blechs in einem Zeitraum von ca. 300 µs stattfindet kann das zu bearbeitende Metallblech aufgrund seiner Massenträgheit nicht ausreichend gleichmäßig beschleunigt werden. Dies hat schließlich ein Reißen des Blechs um den Stempel herum zur Folge, so dass münzenartige Gebilde herausgestanzt werden. Wird der Stanzbolzen mit geeigneten Münzen bestückt ist es sogar möglich Stanzmünzen mit entsprechenden "Negativprägungen" zu erzielen.



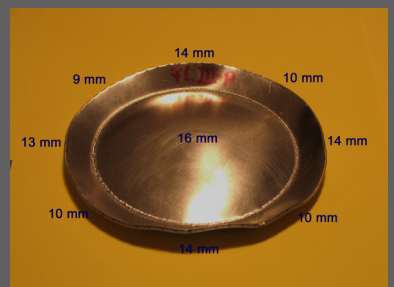
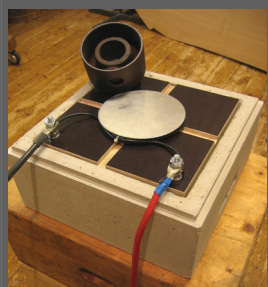
## Elektromagnetische Verformung von Kreisblechen

Die Verformung von Kreisblechen erfolgt ähnlich den Stanzenversuchen. Der Unterschied besteht in der Form der Aluminiumbleche, die hier nicht quadratisch, sondern meist in Form von Kreisblechen eingesetzt werden.



Ein weiterer Unterschied besteht in der Art des Fügepartners, der hier kein Stanzbolzen, sondern eine Negativform zur Aufwölbung der Kreisbleche darstellt.

Bei der Suche nach geeigneten Fügepartnern erwies sich ein Flachriemenrad eines alten Heuaufzuges als gut geeignet. Dieser Wellenaufsatz besitzt auf der einen Seite einen ringartigen Vorsatz, der das Kreisblech während des magnetischen Impulses in seiner Abstoßbewegung blockiert. Das Kreisblech wird dadurch sozusagen „gezwungen“ sich in der Mitte aufzuwölben. Durch das Beschweren des Flachriemenrades mit einem großen Gewicht wird eine Beschleunigung dieses Fügepartners weitestgehend verhindert, was den Verformungsgrad weiter erhöht.



Ziel der Versuche war es hierbei alle drei Flachspulen auf ihre Formungseffizienz hin zu untersuchen. Hierbei konnte die Applikation mit der dreilagigen Flachspule als die erfolgreichste angesehen werden, da sie die schönsten Ausbuchtungen bei nahezu kreisrund verformten Seitenrändern ergab. Kreisbleche, bei denen die ein- bzw. dreilagige Flachspule angewandt wurde, ergaben zwar zum Teil stärkere Verformungen, jedoch waren diese meist sehr ungleichmäßig. Alle drei Spulen zeigen bei ihrer Anwendung ein unheimliches Verformungspotential, das durch Variieren der Spulenwindungszahlen entsprechend der gewünschten Verformung angepasst werden muss.

## Berührungslose Verformung: "Der elektromagnetische Dosenzerquetscher"



Schließt man an die Kondensatorbank ringförmig gewickelte Spulen an, so können Metall Dosen, die in den Spulen platziert werden, elektromagnetisch zerquetscht werden.

Die schlagartige Kondensatorentladung erzeugt hierbei zwischen Spule und Dose einen starken magnetischen Druck, wodurch die Dose zusammengequetscht wird. Das besondere hierbei ist, dass dieser Vorgang ohne jegliche mechanische Berührung stattfindet. Die Quetscheffizienz hängt im Wesentlichen von den Windungszahlen der Spulen sowie dem Dosenmaterial ab.



Versuche mit verschiedenen Dosenarten zeigten, dass nur Alu-Dosen effizient zerquetscht werden können. Eisenhaltige Weißblechdosen lassen sich nur sehr geringfügig verformen. Der dadurch bedingte ferromagnetische Charakter führt während der Impulsentladung nämlich zu massiven Magnetisierungsverlusten, so dass nicht mehr genügend magnetische Feldenergie zur Verfügung steht die Dose zu zerquetschen.



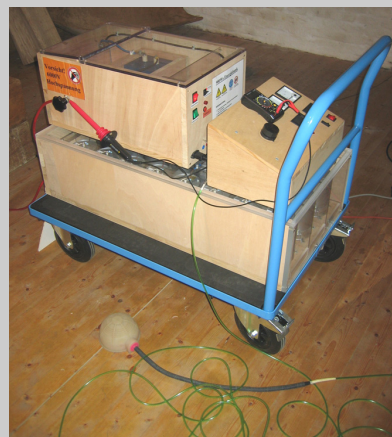
Je nach Spulendurchmesser und Windungszahl ergibt sich eine unterschiedliche Ausprägung der elektromagnetischen Quetschwirkung. Diese kann von einer kleinen „Quetschtaile“ bis hin zu einem Zerreißen der Dose in 2 Teile variieren. Durch mehrfache "elektromagnetische Impulsbehandlungen" an verschiedenen Stellen einer Dose ergeben sich interessante Formen, die durch ihre gleichmäßige Rotationsymmetrie überzeugen.

Der elektrische Widerstand der Dosen ließ sich geringfügig reduzieren, wenn diese mit flüssigem Stickstoff befüllt wurden. Durch den erhöhten Induktionsstrom innerhalb der Dose kann das Magnetfeld besser komprimiert und somit das Verformungspotential erhöht werden.

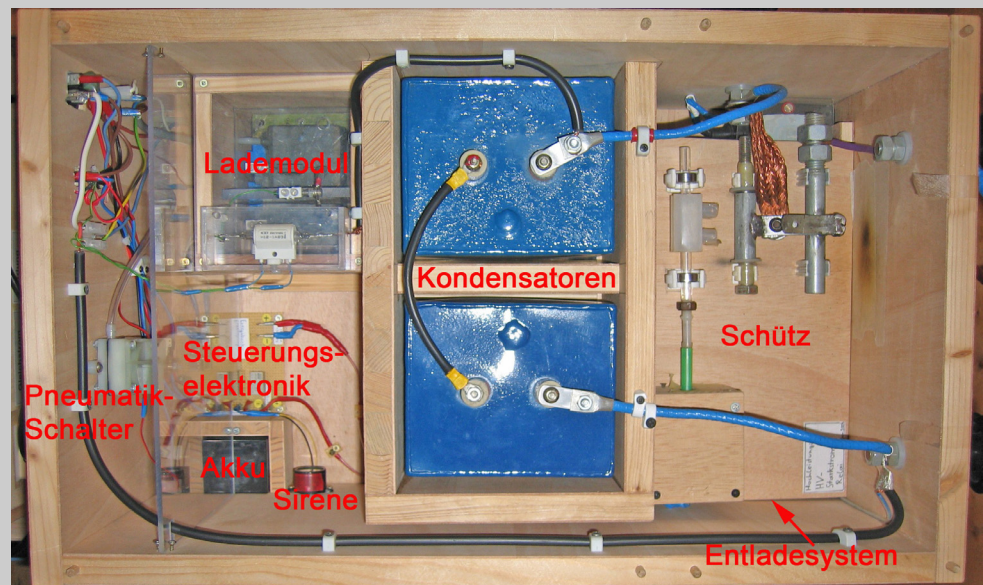
## Aufbau der Kondensatorbank

Das **Gesamtgerät** zur elektromagnetischen Metallverformung besteht aus mehreren Teilgeräten:

- Hauptkondensatorbank
- Erweiterungskondensatorbank
- Regeltransformator
- Steuermodul
- Arbeitsspulen und Formungsapparaturen



Die **Hauptkondensatorbank** beinhaltet die Steuerungselektronik sowie sämtliche für den Betrieb notwendigen Bauteile.



Die **Erweiterungskondensatorbank** beinhaltet ausschließlich 24 MP-Hochspannungskondensatoren und dient dazu, die Speicherenergie der Hauptkondensatorbank zu ergänzen.



### Daten der gesamten Kondensatorbank:

Ladespannung: 6 kV  
Kondensatoranzahl: 26 Stück  
Gesamtkapazität: 150 µF  
Speicherenergie: 2,7 kJ  
Spitzenstrom: ca. 12 kA  
Spitzenleistung: ca. 7 MW

Die maximale magnetische Flussdichte in den Spulen beträgt ca. 5 T.