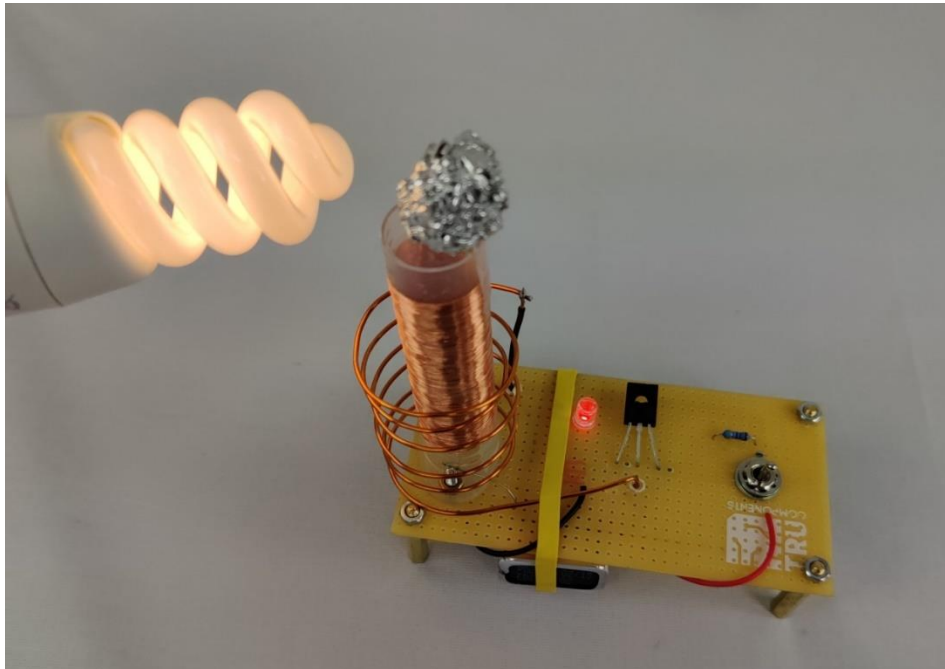


# Drahtlose Energieübertragung



## Abschlussbericht der Kooperationsphase 2019/2020

Durchgeführt am Institut für theoretische Festkörperphysik am  
Karlsruher Institut für Technologie KIT

Betreut von Yannik Brenner und Dr. Antje Bergmann

Simon Hauswirth  
Jung-Stilling Straße 16  
76227 Karlsruhe

Benjamin Krug  
Mahlbergweg 18  
76337 Waldbronn

# Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	3
1.1 Einführung drahtlose Energieübertragung.....	3
1.2 Einführung Schwingkreis .....	3
1.3 Einführung Slayer-Exciter-Schaltung .....	4
2 Aufbau des Transformators.....	6
2.1 Planung .....	6
2.2 Material .....	7
2.3 Wickeln der Spule .....	7
2.4 Löten .....	8
2.5 Der Transformator .....	9
3 Ergebnisse.....	10
3.1 Funktionsfähigkeit des Transformators.....	10
3.2 Berechnung der magnetischen Flussdichte in der primären Spule.....	11
3.3 Berechnung der Induktivität der sekundären Spule.....	11
3.4 Berechnung der induzierten Spannung in die sekundäre Spule .....	11
4 Fehlerdiskussion .....	12
4.1 Fehler Spulendraht .....	12
4.2 Fehler Spulenwicklung.....	13
5 Zusammenfassung/Evaluation .....	13
5.1 Auswirkungen der Corona-Pandemie.....	13
5.2 Fazit.....	14
6 Ausblick.....	14
7 Danksagung .....	16
8 Abbildungsverzeichnis.....	16
9 Quellen .....	16

## Abstract

The task of the project was to create a functional Tesla coil. The construction should be suitable to transmit electric energy through the air. We tried to maximise the efficiency of the Tesla coil by attempting to keep the energy loss as low as possible.

During the project a prototype of the efficient Tesla coil and an instruction for it was made, so anybody can rebuild the setup. For the setup common objects like a syringe and low voltage source like 9 volt batteries were used to keep the costs low and to make it easier to reproduce our prototype.

# 1 Einleitung

## 1.1 Einführung drahtlose Energieübertragung

Elektrischer Strom ist aus dem Alltag der Menschen nicht mehr wegzudenken. Mittlerweile nutzen auch Mobilgeräte wie Handys oder Tablets diese Energiequelle. In den meisten Fällen geht dies nur durch regelmäßiges stationäres Aufladen an einer dafür vorgesehenen Station. Die Mobilität der Geräte wird dadurch eingeschränkt, weshalb es sinnvoll erscheint, nach alternativen Lademethoden zu forschen, welche die Geräte ohne Kabelverbindung wieder aufladen können.

Um die Energie ohne Kabelverbindung übertragen zu können nutzt man das Prinzip der Induktion. Nachdem man herausfand, dass sich in Bewegung befindliche Elektronen ein Magnetfeld erzeugen, entdeckte man die Möglichkeit durch Magnetfeldänderung Elektronen in Bewegung zu versetzen. Ändert sich die Spannung  $U$ , die die Elektronen antreibt, so verändert sich die magnetische Flussdichte  $B$  des aus der Bewegung der Elektronen resultierenden Magnetfeldes. Je größer die Spannung  $U$ , desto größer die magnetische Flussdichte  $B$ . Im Umkehrschluss heißt das, dass eine Zu- bzw. eine Abnahme der magnetischen Flussdichte  $B$  auch eine Änderung der Spannung  $U$  zur Folge hat. Durch einen geschlossenen Stromkreislauf, der sich innerhalb eines Magnetfeldes mit ständig wechselnder magnetischer Flussdichte befindet, fließt somit ständig elektrischer Strom, ohne dass eine Kabelverbindung notwendig wäre

## 1.2 Einführung Schwingkreis

Eine Möglichkeit, ein sich konstant änderndes Magnetfeld zu erzeugen ist es, mit einem Schwingkreis zu arbeiten. Bei einem Schwingkreis wird ein Plattenkondensator direkt mit einer Energiequelle verbunden. Dadurch wird eine Seite positiv und die andere Seite negativ aufgeladen. Über einen Schalter kann man nun den Kondensator von der Spannungsquelle trennen und mit einer Spule verbinden, welche wiederum mit der positiv geladenen Platte des Kondensators verbunden ist. Die beiden Platten des Kondensators sind nun wieder miteinander verbunden. Die Spannung, die zwischen den beiden Kondensatorplatten herrscht, führt dazu, dass die negativ geladenen Elektronen durch die Spule auf die andere

Seite des Kondensators strömen, um die Ladungsungleichheit auszugleichen. Das elektrische Feld zwischen den Kondensatorplatten verliert an elektrischer Feldenergie. Gleichzeitig baut sich jedoch an der Spule ein Magnetfeld auf, da elektrischer Strom durch sie fließt. Sobald die Ladungen am Plattenkondensator ausgeglichen sind, geht keine Spannung mehr von ihnen aus. Dies führt dazu, dass sich das Magnetfeld an der Spule abzubauen beginnt. Da eine Magnetfeldänderung jedoch zu einer Spannungsveränderung führt, induziert die Spule dabei Spannung in sich selbst und sorgt dafür, dass der Stromfluss eine Zeit lang aufrechterhalten wird, bis sich das Magnetfeld wieder vollständig abgebaut hat. Nun gibt es jedoch wieder eine Ladungsverschiebung an den Kondensatorplatten, weshalb sich die Ladungen wieder auszugleichen beginnen und der Kreislauf beginnt von vorne, nur diesmal in die andere Richtung. Während des ganzen Prozesses verändert sich die Flussdichte des Magnetfeldes um die Spule. Das Magnetfeld der Spule könnte somit auch in naheliegenden Spulen eine Spannung induzieren.

### 1.3 Einführung Slayer-Exciter-Schaltung

Ein einfacher Schwingkreis funktioniert allerdings nur in der Theorie, da die Kabel ausreichend hohe Widerstände besitzen, dass während des Prozesses kontinuierlich Energie verloren geht. Um ein sich konstant änderndes Magnetfeld zu erzeugen muss man sich also einen anderen Aufbau überlegen. Beim Transformator wurde eine Slayer-Exciter-Schaltung verwendet (vgl. Abb. 1). Bei dieser Schaltung ist der Stromkreis permanent mit einer Spannungsquelle verbunden. Anschließend gibt es eine Parallelschaltung, bei der es auf der einen Seite einen großen Widerstand gibt und auf der anderen Seite eine Spule. Anschließend sind beide Seiten mit einem Transistor verbunden. Ein Transistor ist ein Halbleiter, welcher aus drei Anschlüssen besteht. Am Kollektor fließt der elektrische Strom in den Transistor. Dieser leitet allerdings nur, wenn an der Basis, dem zweiten Anschluss, ebenfalls etwas Strom ankommt. Am Emitter wird der Strom dann weitergegeben. Die Seite mit der Spule wird mit dem Kollektor verbunden. Die Seite mit dem starken Widerstand wird mit der Basis verbunden. Damit zusätzlich Spannung induziert wird, wird eine zweite Spule gebraucht, welche sich im durch die erste Spule erzeugten Magnetfeld befindet. Diese Spule ist vor der Basis des Transistors mit dem Stromkreis verbunden.

Schaltet man die Spannungsquelle ein, so geht der Strom zunächst den Weg des geringsten Widerstandes und würde demzufolge durch die Spule strömen, was zu diesem Zeitpunkt allerdings nicht möglich ist, da der Transistor nicht leitet. Deswegen muss etwas Strom konstant den Umweg über den Widerstand nehmen, um den Transistor zum Leiter zu machen. Dadurch würde sich einmal ein Magnetfeld an der Spule aufbauen, welches anschließend eine konstante magnetische Flussdichte aufweisen würde. Deswegen wirkt die Spannung, die in die sekundäre Spule induziert wird, ihrer Ursache entgegen. Das heißt, dass sobald die primäre Spule ihr Magnetfeld aufbaut eine Spannung induziert wird, die dafür sorgt, dass kein Strom mehr an der Basis des Transistors ankommt. Der Transistor leitet somit nicht mehr und es kann kein Strom mehr durch die primäre Spule fließen. Das Magnetfeld baut sich wieder ab, weshalb nun keine Spannung mehr induziert wird. Es gelangt wieder Strom zur Basis des Transistors und der Strom kann wieder durch die primäre Spule fließen. Dieser Vorgang wiederholt sich nun immer wieder. Hält man nun eine nicht mit dem Stromkreis verbundene Spule in das Magnetfeld, so wird dauerhaft Spannung induziert, ohne dass es eine Kabelverbindung gibt.

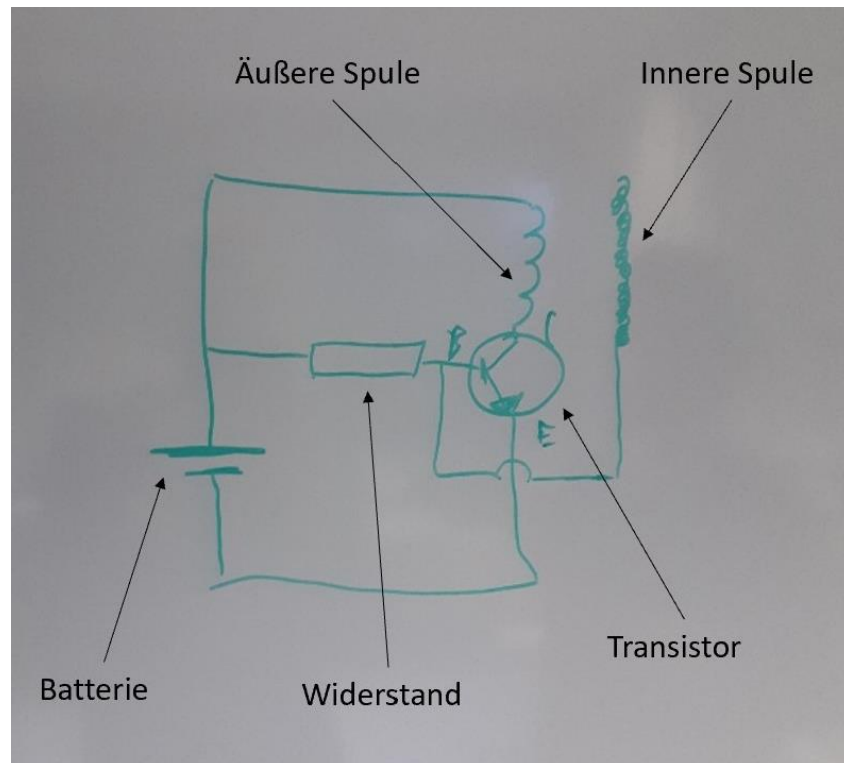


Abbildung 1 Einfache Slayer-Exciter-Schaltung

## 2 Aufbau des Transformators

### 2.1 Planung

Für den Transformator wurde eine Slayer-Exciter-Schaltung verwendet, bei der noch eine Leuchtdiode und ein Schalter hinzugefügt wurden. Mit der Leuchtdiode konnte direkt überprüft werden, ob Strom in die sekundäre Spule übertragen wurde. Durch den Schalter konnte der Transformator, nach der Fertigstellung komfortabel ein- und ausgeschaltet werden.

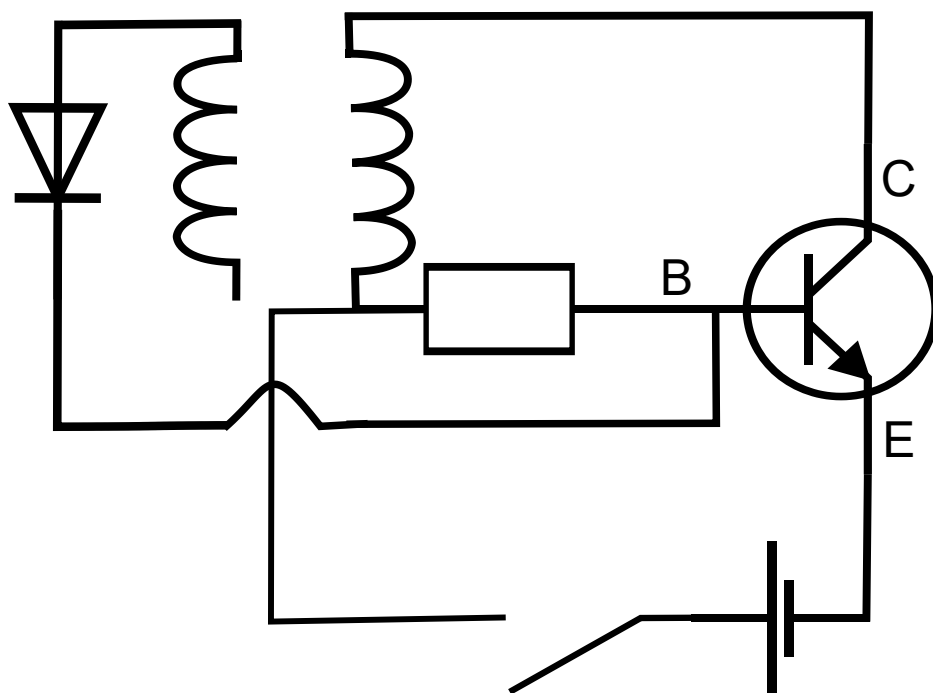


Abbildung 2 Schaltplan des Transformators

## 2.2 Material

Für den Prototypen des Transformators wurden folgende Materialien verwendet.

1. Eine Einwegspritze und dünner Spulendraht zur Wicklung der sekundären Spule mit ca. 550 Windungen.
2. Dicker Spulendraht zur Wicklung der primären Spule mit ca. 6 Windungen.
3. Ein Transistor, ein 4K7 Widerstand, eine 9V Blockbatterie, ein Schalter, eine Leuchtdiode sowie diverse Kabel, um den Schaltplan realisieren zu können.
4. Eine Platine, auf welcher der Transformator befestigt wurde.
5. Lötwerkzeug, um den Stromkreis zusammenzulöten.

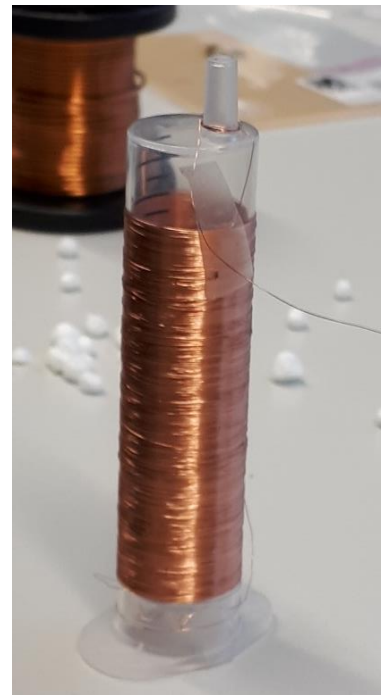
## 2.3 Wickeln der Spule

Die Spulen, die in den Prototypen und in der Tesla-Spule verbaut wurden, sind folgendermaßen gewickelt. Benötigt werden dafür 2 Personen, sowie 2 Arten von Spulendraht, Klebeband und die Spritzenhülse. Als erstes wird der Spulendraht mit Klebeband mehrmals am unteren Ende der Spritzenhülse befestigt. Dann werden einmal 10 Wicklungen manuell vorgenommen, um den Draht zu fixieren. Danach spannt eine Person den Draht, während die andere immer die Spritze in der Hand dreht, sodass sich der Draht um die Spritzenhülse legt. Dabei wird empfohlen, immer 10 Umdrehungen auszuführen, bei denen der Draht nicht eng an die vorhergehende Windung angelegt wird, und dann den Draht mit dem Finger aufzuschieben, damit er gleichmäßig anliegt. Auch vermag man mit diesem Verfahren eine leichte Zählung der Windungen vorzunehmen, da man immer in 10er Paketen zählen kann.





*Abbildung 4 Wickeln der Spule*



*Abbildung 3 fertige Spule*

## 2.4 Löten

Löten ist ein thermisches Verfahren, bei dem man Bauteile stoffschlüssig zusammenfügt. Hierbei wird meist durch thermische Energie die Grenzfläche der Werkstoffe oder aber ein externer Verbindungsstoff, Lot genannt, in eine flüssige Phase verwandelt. Diese Phase erstarrt dann und bildet die Verbindung. Der größte Unterschied zum Verfahren des Schweißens besteht hierbei darin, dass die sogenannte Liquidustemperatur, also die Temperatur, die notwendig ist, damit der Stoff eine homogene flüssige Masse bleibt, nicht oder nur wenig überschritten wird. Nach der Temperatur werden auch die unterschiedlichen Löttechniken eingeteilt: Weichlöten bei einer Temperatur bis 450 °C, das sogenannte Hartlöten ab 450 °C und das Hochtemperaturlöten ab 900 °C. Die Lote sind meist Metalllote und dort meist Legierungen. Sie liegen meist in Draht- oder Paste-Form vor. In fast allen modernen Metallloten sind sogenannte Flussmittel enthalten. Diese beseitigen einerseits Verschmutzungen, aber auch Oxidationsschichten, die einmal schon vorhanden ist, aber sich auch aufgrund der hohen Temperaturen leicht beim Löten in einer Sauerstoffatmosphäre bilden können. Das Flussmittel wirkt hier reduzierend und beseitigt so die Oxidationsschicht

und verhindert eine Neubildung. Damit ermöglicht das Flussmittel den beschriebenen Diffusionsprozess, der nur mit einer reinen Metalloberfläche möglich ist. In der Regel werden hier säurefreie Flussmittel verwendet, doch wegen der Zersetzungsprodukte bei der Erstarrung kann es trotzdem zu korrosiven Auswirkungen kommen. So kann es sein, dass die Flussmittel nach dem Löten beseitigt werden müssen. Andere Lote, wie beispielsweise Glaslot, welches dazu dient Keramik und Glas zu löten, besitzen, da Glas und Keramik weder oxidieren noch eine Oxidationsschicht besitzen, diese Art von Flussmittel nicht.<sup>1</sup>

Für die Tesla-Spule und insgesamt Löten in der Elektrotechnik empfiehlt sich in der Regel das Weichlöten mit einem LötKolben als Wärmequelle. Bei diesem manuellen Weichlöten wird das Lot, der meist als Draht vorliegt, mithilfe des LötKolbens auf die zu verbindenden Werkstoffe getropft, auf welchen er bei Bedarf noch mit dem LötKolben verteilt wird. Der LötKolben ist hierbei meist elektrisch betrieben und mit einer Station, in den man ihn gefahrlos einhängen kann, verbunden.

## 2.5 Der Transformator

Die gesamte elektrische Schaltung des Tesla Transformators befindet sich auf der Platine. Ganz links lässt sich eine Konstruktion mit der Primärspule außen und Sekundärspule innen erkennen. Diese Konstruktion ist mit 2 Schrauben an der Platine befestigt, die noch einmal selbst auf 4 Schrauben bzw. Füßen steht. Rechts daneben lässt sich ein Gummiband erkennen, welches die 9 Volt Batterie unter der Platine hält. Die Batterie ist mit einem Batterieclip zur Strom Abnahme versehen. Direkt neben dem Gummiband ist die rote LED zu erkennen. Und weiter in die gleiche Richtung der Transistor, sowie der Widerstand. Ganz rechts befindet sich dann noch der Schalter, der durch die Platine ragt. Die gesamte Verkabelung ist unter der Platine arrangiert. (Die Leuchtstofflampe ist nicht Bestandteil des Transformators).

---

<sup>1</sup> Vgl. <https://de.wikipedia.org/wiki/Löten> [Zugriff am 31.05.2020]

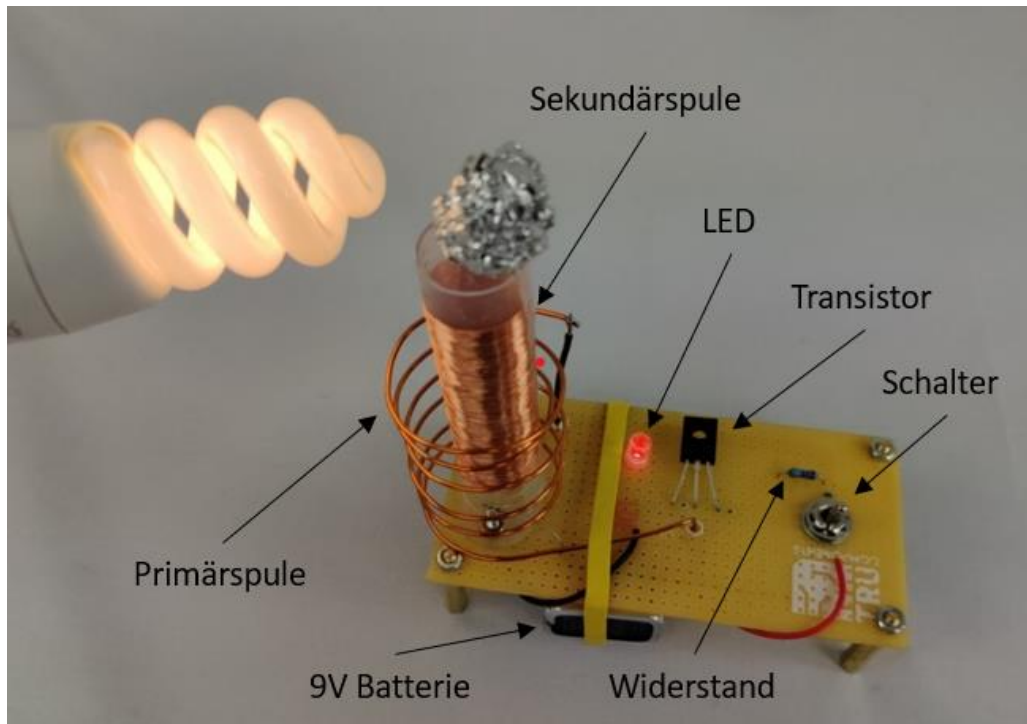


Abbildung 5 Tesla-Transformator

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Funktionsfähigkeit des Transformators

Der Tesla-Transformator funktionierte am Ende einwandfrei. Die Leuchtdiode, welche zur Überprüfung eingebaut wurde, leuchtete. Auch war es möglich mithilfe des Magnetfeldes der Spulen genug elektrische Energie auf eine Leuchtstofflampe zu übertragen, so dass diese ohne zusätzlichen angeschlossenen Stromkreis leuchtete, sofern man sie in die Nähe des Transformators hielt (vgl. Abb. 5). Der Effekt auf die Lampe konnte in einer Entfernung von bis zu 7 cm zu den Spulen beobachtet werden. Durch die Corona-Pandemie war es nicht mehr möglich Messungen an dem Prototyp durchzuführen, da die praktischen Arbeiten am Projekt eingestellt werden mussten. Mit den Werten, die gegeben waren, wurde versucht so viel Eigenschaften des Konstrukts zu berechnen wie möglich. Für die Berechnungen wurden die gängigen Näherungsformeln verwendet.

### 3.2 Berechnung der magnetischen Flussdichte in der primären Spule

Um die magnetische Flussdichte des Magnetfeldes zu berechnen, welches von der primären Spule erzeugt wird, werden die magnetische Permeabilitätszahl  $\mu_r$  von Luft, die Anzahl der Windungen der primären Spule  $N$ , die Länge der primären Spule  $l$ , sowie die maximale Stromstärke, die an der Primärspule erreicht werden kann  $I_{max}$  benötigt. Da  $I_{max}$  nicht direkt am Prototyp gemessen werden konnte, war es nicht möglich ein genaues Ergebnis für die magnetische Flussdichte zu berechnen.

$$B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N}{l} \cdot I$$

### 3.3 Berechnung der Induktivität der sekundären Spule

Um die Induktivität der sekundären Spule zu berechnen werden zusätzlich noch die Windungszahl  $N$  der sekundären Spule, die Querschnittsfläche  $A$  der sekundären Spule sowie die Länge  $l$  der sekundären Spule benötigt.

Es gilt:  $N = 500$

$$A \approx 0,0000783m^2$$

$$l = 15cm = 0,15m$$

$$L = N^2 \cdot \frac{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot A}{l}$$

$$L = 500^2 \cdot \frac{1,25664 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 0,0000783m^2}{0,15}$$

$$L \approx 0,164mH$$

### 3.4 Berechnung der induzierten Spannung in die sekundäre Spule

Die induzierte Spannung lässt sich durch die Induktivität  $L$  der sekundären Spule und der zeitlichen Ableitung der Stromstärke in Abhängigkeit der Zeit  $I'(t)$  berechnen. Es war leider nicht möglich  $I'(t)$  zu ermitteln, weswegen die induzierte Spannung nicht bestimmt werden konnte.

$$U_{ind} = -L \cdot I'(t)$$

## 4 Fehlerdiskussion

### 4.1 Fehler Spulendraht

Nach dem Zusammenbauen des ersten Prototyps ergab sich das Problem, dass dieser trotz mehrfacher Versuche nicht den gewünschten Effekt lieferte. So leuchtete die LED nicht und es gab keinen Effekt auf Neon-Lampen oder Halogen-Lampen in der Nähe des Transformators. Daraufhin wurden die einzelnen Leitungen der Tesla-Spule auf ihre Leitfähigkeit hin untersucht, da ein Fehler beim Löten vermutet wurde. Diese wiesen aber alle eine Leitfähigkeit nach, sodass dieser Fehler ausgeschlossen werden musste. Daraufhin wurden die Bauteile überprüft, wobei sich herausstellte, dass die LED kaputt war. Trotz des Austausches der LED arbeitete die Tesla-Spule immer noch nicht. Nach erneutem Messen der Leitfähigkeit der einzelnen Komponenten ließ sich das Problem auf die beiden Spulen, die eben nicht leiteten, zurückführen. Auch hier wurde wieder ein Löt-Fehler vermutet, da die Spulen zuerst nur provisorisch für einen Testlauf angelötet worden waren. Trotz der nun besseren Lötung stellte sich aber immer noch keine Lösung des Problems ein. Nach einer Erkundigung über die verwendeten Drähte wurde festgestellt, dass diese, wie fast jeder handelsübliche Spulendraht, isoliert waren, sodass an den festgelöteten Stellen überhaupt kein Strom übertreten konnte, da eine Isolierschicht aus Lack dies verhinderte. Um das Problem zu beheben wurde diese Lackschicht mithilfe von Schmirgelpapier entfernt, sodass nun ein Stromfluss möglich war. Für den dünnen Draht, welcher für die innere Spule verwendet wurde, ergab sich durch das Schmirgeln ein Problem, da er zu dünn war, um effizient bearbeitet zu werden. Deshalb wurde er grob abgeschmirgelt und dann ganz in dem Lot eingebettet, da sich der leitende Innenkern an der Schnittstelle des Drahtes mit dem leitenden Lot auf jeden Fall berühren muss und so die Verbindung hergestellt werden kann.

## 4.2 Fehler Spulenwicklung

Trotz der Tatsache, dass der Transformator nun keine fehlerhaften oder kaputten Bauteile besaß und auch alle Verbindungen leitend verlötet waren, konnte immer noch kein Effekt auf die Leuchtstofflampe festgestellt werden. Auch die LED leuchtete noch nicht. Ein häufig dafür verantwortlich gemachter Fehler ist die Wicklung der Primär- oder Sekundärspule in die falsche Richtung. Und so war es auch, nachdem die Primärspule in die andere Richtung gedreht worden war, funktionierte der Tesla-Transformator einwandfrei. Dieser Effekt rührt daher, dass sofern die Spule in eine andere Richtung gewickelt wird, auch die Richtung des induzierten Stroms sich ändert. Vor der Änderung also floss der Strom in der Sekundärspule in die gleiche Richtung wie der Strom in der Primärspule. Dadurch kam es nicht zu dem Effekt, dass der induzierte Strom den Gesamtstrom von der Batterie aufhebt und so die für die weitere Induktion benötigte Magnetfeldänderung eintritt. Damit baut sich einmal ein Magnetfeld auf, induziert einen Strom und dann, da es keine Änderung des Magnetfeldes mehr gibt, passiert nichts mehr und kein neuer Strom wird induziert. Also müssen die Spulen so gewickelt sein, dass der induzierte Strom entgegen dem Strom der Batterie läuft.

## 5 Zusammenfassung/Evaluation

### 5.1 Auswirkungen der Corona-Pandemie

Wie fast alle Bereiche des öffentlichen Lebens war auch dieses Projekt von der Corona-Pandemie betroffen. Deshalb musste die praktische Arbeit an unserem Projekt eingestellt werden. Zu diesen Gründen zählte einmal als wichtigstes das Verbot aller außerunterrichtlichen Veranstaltungen, dass es unmöglich machte im Karlsruher Institut für Technologie zu arbeiten, in dem der Prototyp beheimatet war, zu arbeiten. Eine weitere Bearbeitung zu Hause war nur begrenzt möglich, da wie bereits erwähnt die benötigten Materialien und Geräte nicht zu Verfügung standen und es auch keine Möglichkeit gab diese nach Hause mitzubringen. Aufgrund dieser Einschränkungen wurden auch die Projektziele angepasst. Experimentieren mit den Prototypen wurde unmöglich, weswegen die Fertigstellung einer Anleitung für den Transformator priorisiert wurde. Dies führte dazu, dass

einige Berechnungen nicht gemacht werden konnten, da einige Werte fehlten. Alles in allem hat die Corona-Pandemie das Projekt zwar von seinen ursprünglichen Zielen abgebracht erwies sich aber nicht als unüberwindbares Hindernis, sondern lenkte das Projekt eher in eine andere Richtung.

## 5.2 Fazit

Obwohl der Bau des Prototyps nicht komplikationsfrei ablief und die Corona-Pandemie die Ziele des Projekts beeinträchtigte, ist das Ergebnis trotzdem zufriedenstellend. Das ursprüngliche Ziel, einen voll funktionstüchtigen Tesla-Transformator zu bauen, konnte noch vor der Corona-Unterbrechung erreicht werden. Die weiteren Ziele des Projekts wurden angepasst. Auch wenn es nicht möglich war Berechnungen zur Effizienz des Transformators anzustellen und diesen anschließend basierend auf den daraus resultierenden Erkenntnissen zu verbessern, konnte das Projekt letzten Endes doch zu einem gelungenen Abschluss gebracht werden.

## 6 Ausblick

Der Tesla-Transformator und auch die dazugehörige Bedienungsanleitung werden in der Fakultät für Physik auf jeden Fall Anwendung finden. Entweder, indem Studenten und Studentinnen innerhalb eines Workshops mithilfe der Anleitung selbst einen Tesla-Transformator erstellen, oder aber auch, dass im fakultätseigenen Schülerlabor der Tesla-Transformator Anwendung findet und dort Schülern und Schülerinnen als Anschauungsobjekt dient. So wird das eigentliche Produkt also weiter verwertet und hilft anderen Schülern und Schülerinnen sowie Studenten und Studentinnen die Physik besser zu verstehen.

Die Technologie, die hinter dem Tesla-Transformator steckt, hingegen, findet in der heutigen Welt keine Anwendung mehr. Tesla selbst träumte davon, mit Tesla-Transformatoren Energie über jegliche Distanz zu transportieren, aber auch Informationen. In seinen Vorstellungen kam diese Idee schon dem heutigen Smartphone sehr nahe. Doch wie heute bekannt ist, lässt sich dies aufgrund der kurzen Reichweite des Tesla-Transformators nicht verwirklichen. Ein Tesla-Transformator wird niemals in der Lage sein, Energie über eine so große Distanz zu

transportieren als dass man damit Menschen auf der ganzen Welt mit Energie versorgen könnte. Der Tesla-Transformator ist inzwischen nur noch ein Anschauungsobjekt.

Die Induktion hingegen ist eine weit genutzte Technologie, in der man viel Zukunftspotenzial sieht. Einer der ersten massenhaften Anwendungen der Induktionstechnologie war wohl die elektrische Zahnbürste, da es bei ihr aufgrund der nassen Umgebung keine Möglichkeit gibt, sie per Stecker zu laden. Smartphones, die per Induktion geladen werden können, sind beispielsweise schon seit mehreren Jahren auf dem Markt. Auch Elektroautos sind ein Anwendungsgebiet, so stellte Nissan schon 2017 ein Auto vor, welches drahtlos geladen werden konnte. Die Induktion hat also in den letzten Jahren sehr an Bedeutung gewonnen und ist sogar aus unserem Leben nicht mehr wegzudenken. Vor allem wenn man bedenkt, wie viele elektrische Grundbauteile eigentlich mit dem Effekt der Induktion arbeiten. Neue Ideen für weitere Anwendungen gibt es auch schon. So arbeiten verschiedene Firmen an Induktionsgeräten, die in ganzen Büroräumen elektrische Geräte mit Strom versorgen sollen und so flexibleres Arbeiten ermöglichen. Die Induktion ist also eine zukunftssträchtige Technologie, welche noch viel Entwicklungs- und auch Anwendungspotenzial bietet. Sie wird auch in den nächsten Jahren bis Jahrzehnten ein spannendes Feld darstellen.



## 7 Danksagung

Wir bedanken uns bei unseren Betreuern Yannik Brenner und Dr. Antje Bergmann, für die produktive Zusammenarbeit und ihre Unterstützung unseres Projekts.

Zudem bedanken wir uns bei Josephine und Dr. h.c. Hans-Werner Hector, welche durch die Gründung des Hector-Seminars, unsere Arbeit in der Kooperationsphase erst möglich gemacht haben.

Zuletzt bedanken wir uns bei unseren Kursleitern des Kurses KA14 Thomas Hermann und Anke Richert die uns in den letzten Jahren auf unserem Weg durch das Hector-Seminar und die Kooperationsphase begleitet haben.

## 8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Einfache Slayer-Exciter-Schaltung (eigene Abb.).....	5
Abbildung 2 Schaltplan des Transformators (erstellt mit inkscape.org) .....	6
Abbildung 3 fertige Spule (eigene Abb.) .....	8
Abbildung 4 Wickeln der Spule (eigene Abb.).....	8
Abbildung 5 Tesla-Transformator (eigene Abb.).....	10

## 9 Quellen

<https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/elektromagnetische-schwingungen/versuche/elektromagnetischer-schwingkreis-simulation>

(letzter Aufruf 31.07.2020 12:44)

[http://teslacollection.com/tesla\\_articles/1904/electrical\\_world\\_engineer/nikola\\_tesla/the\\_transmission\\_of\\_electrical\\_energy\\_without\\_wires](http://teslacollection.com/tesla_articles/1904/electrical_world_engineer/nikola_tesla/the_transmission_of_electrical_energy_without_wires)

(letzter Aufruf 31.07.2020 12:45)

<https://www.computerworld.com/article/3235176/wireless-charging-explained-what-is-it-and-how-does-it-work.html?page=2>

(letzter Aufruf 31.07.2020 12:46)

<https://de.wikipedia.org/wiki/L%C3%B6ten>

(letzter Aufruf 31.07.2020 12:47)

<https://www.instructables.com/id/SLAYER-EXCITERS-TESLA-COILS-everything-you-need-to/>

(letzter Aufruf 31.07.2020 12:47)

<https://www.youtube.com/watch?v=KklwQkCZEV4>

(letzter Aufruf 31.07.2020 12:47)

<https://www.youtube.com/watch?v=AehL3BodduE>

(letzter Aufruf 31.07.2020 12:48)

## **Selbstständigkeitserklärung**

Hiermit versichern wir, dass wir die vorliegende Arbeit selbstständig und nur mit den angegebenen Hilfsmitteln angefertigt haben. Alle Stellen, die dem Wortlaut oder dem Sinne nach anderen Werken entnommen sind, wurden durch Angabe der Quellen als Entlehnungen kenntlich gemacht.

Karlsruhe, den

.....

Simon Hauswirth

.....

Benjamin Krug