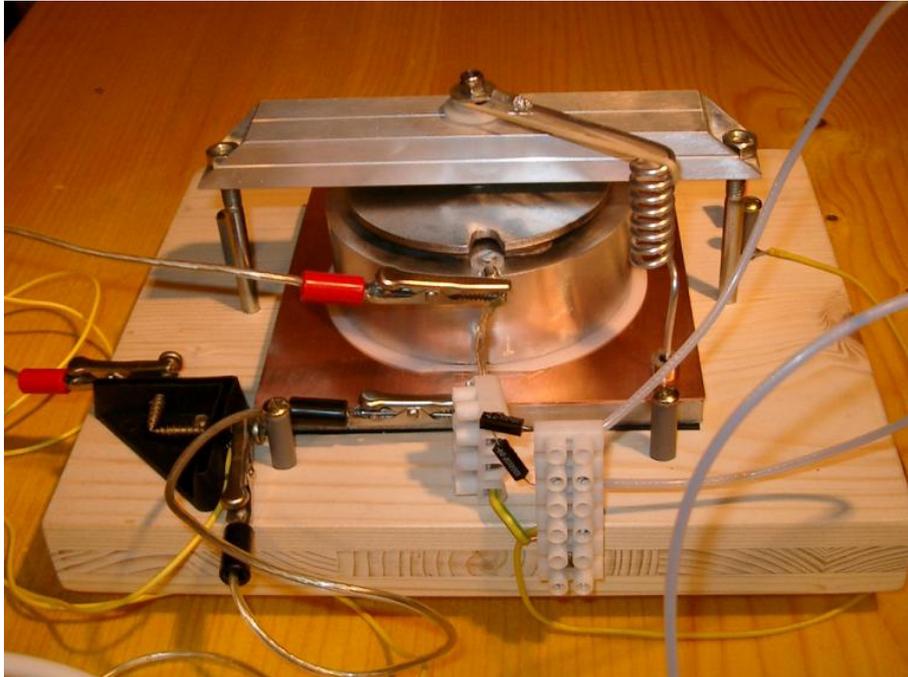


Piezokristall-Experiment

Hans Ulrich Stalder / 2013 / Visit www.quantophon.com

Theoretische Grundlage.



If at first your idea does not sound absurd,
there is no hope for it. Albert Einstein

Nach einer Idee von
Hans Ulrich Stalder.



Jeglicher Nachbau und deren Benutzung erfolgt auf eigene Verantwortung.

Haftungsausschluss / Disclaimer

Für fehlerhafte und korrekte Angaben und deren Folgen kann weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernommen werden.

Hyperlinks

Ich distanzieren mich hiermit ausdrücklich von allen Inhalten aller verlinkten Seiten und mache mir diese Inhalte nicht zu eigen. Diese Erklärung gilt für alle angezeigten externen Links und für alle Inhalte fremder Seiten, zu denen in diesem Dokument sichtbare Banner, Buttons und sonstige Verweise führen.

Urheberrecht / Copyright

Urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. Diese Dokumentation darf kopiert und weitergeleitet werden solange keine kommerziellen Absichten dahinter stehen. Kopieren von Bildern und Text für gewerbliche Zwecke bedarf einer schriftlichen Genehmigung.

Bilder, Daten und Dokumente die in diesem Werk mit einer Quellenangabe versehen sind oder offensichtlich ist, dass diese Daten nicht der geistigen Schöpfung des Urhebers von diesem Werk entspringen sind, sind ebenfalls ausgenommen. In den vorliegend aufgezählten Fällen gelten die Bestimmungen des Ursprungs.

Inhaltsverzeichnis

1. Warnhinweise.....	4
2. Abstrakt.....	5
2.1. Untersuchungsziel.....	5
2.2. Vorstellung der Funktionsweise.....	5
2.3. Testanordnung.....	6
3. Hintergrundwissen.....	7
3.1. Allgemein.....	7
3.2. Frequenzspektrum.....	7
3.3. Lumineszenzen.....	8
4. Beschreibung vom Konstruktionsaufbau.....	9
4.1. Vorbereitungsarbeiten.....	9
4.1. Trägerplattform.....	9
4.2. Aluminium Grundplatte.....	10
4.3. Kupferplatte mit Glimmer-Plättchen.....	10
4.4. Lithium-Tantalat Wafer (LiTaO ₃).....	11
4.5. Aluminium Zylinder mit beidseitigem Dielektrikum.....	11
4.6. Obere Kondensator-Platte.....	12
4.7. Haltebügel.....	12
4.8. Testaufbau komplett.....	13
5. Testapparatur.....	14
5.1. Gesamtapparatur in Übersicht.....	14
5.2. Elektrisches Schema.....	15
6. Testablauf.....	17
6.1. Benötigte Testgeräte.....	17
6.2. Konstruktionseinstellung.....	17
6.3. Optimierte Frequenz suchen.....	17
6.4. Nach Reaktionen suchen	18
7. Untersuchungsergebnisse und Konklusion.....	19
7.1. Einstellungen, Messungen und Beobachtungen.....	19
7.2. Konklusion.....	19
8. Materialien und Geräte.....	20
8.1. Verwendete Materialien.....	20
8.2. Verfügbare Geräte.....	20
9. LiTaO ₃ (Lithiumtantaltrioxid)	21
10. Pyroelectric fusion.....	26

1. Warnhinweise

1. Hochspannung! Nach dem Abschalten der Hochspannungsgeneratoren können Teile vom Testaufbau noch hohe elektrische Spannungen enthalten.
2. Im Umgang mit Lithiumtantalat (LiTaO_3) sind entsprechende Vorsichtsmassnahmen vor zukehren (Gefahrenstufen H: 302 / 312 /332 und P:280).
3. Da Frequenzen bis in den Radio-Bereich erzeugt werden und die Apparatur nicht mit Entstörkondensatoren bestückt werden darf, sind entsprechende Vorkehrungen zu treffen, dass keine Störfrequenzen den Testraum verlassen.
4. Der Lithium-Tantalat-Wafer ist sehr zerbrechlich und verträgt weder knick- noch punktuelle Belastungen.
5. Der obere Haltebügel mit der daran montierten oberen Kondensatoren-Platte muss bei allen Tests geerdet sein.
6. Der obere Haltebügel hat keine feste Verbindung zum Aluminium-Zylinder. Wird er entfernt haben die unteren Bauteile auch keinen Halt mehr und können davongleiten. Besonders betroffen ist der Aluminium-Zylinder der ohne zusätzlichen Halt nur auf dem Lithium-Tantalat-Wafer aufliegt und davon gleiten kann.
7. Der Lithium-Tantalat-Wafer ist ausserhalb der Test-Konstruktion in der dafür vorgesehenen Plastik-Box aufzubewahren.

2. Abstrakt

2.1. Untersuchungsziel

Mit der nachfolgend beschriebenen Testeinrichtung soll untersucht werden, ob mittels speziellen Kristall-Gitterschwingen freie Neutronen erzwungen werden können (als Alternative zur Pyroelectric fusion, siehe Kapitel 10).

Wie das emittierte Neutron dann dazu bewegt werden kann in weniger als die üblichen 881 Sekunden zum Betazerfall zu kommen, ist wieder eine andere Sache.

2.2. Vorstellung der Funktionsweise

Allgemein bekannt ist, dass in Schwingung versetzte Piezo-Kristallgitter Photonen emittieren. Im vorliegenden Fall wird als Piezokristall ein elektrooptischer Wafer (LiTaO₃) verwendet. Dieser ist Bestandteil eines elektrischen Kondensators. Die Schwingungen im Kristallgitter werden in diesem Fall nicht durch elektrischen Strom erzeugt, sondern durch ein elektrisches Feld zwischen den Kondensatoren-Platten.

Bei diesem Versuch soll mit den Oberwellen von einem eingespeisten (Rechteck-) Signal und einer Grundfrequenz >100 MHz das Kristallgitter zum Schwingen angeregt werden. Dabei ist die Eigenfrequenz zu suchen um Resonanzschwingungen zu erwirken.

Die Kristallausrichtung im Wafer ermöglicht eine vollständige Ausbreitung der Schwingungen durch den ganzen Wafer. Durch Reflexion und einhergehende minimale zeitliche Unterschiede der Schwingungen entstehen im Kristallgitternetz Interferenzen, was wiederum zu verstärkter Ionenverschiebung im Kristallgitter führt. Ein analoger Effekt ist die verstärkte spontane Emission auch Superlumineszenz genannt. Durch die spontane Polarisation, verursacht durch die Hysterese bei der Umkehrung der Polarisation, wird erhofft, dass analog der Vorgänge bei der Sonolumineszenz Stosswellen und lokale Temperaturen bis zu 10'000 °C entstehen.

Durch das Zusammenfallen der geschilderten physikalischen Prozesse wird vom Wafer anfangs eine Lumineszenz erwartet. Bei noch höheren Frequenzen wird als Folge der Erregung im Kristall das emittieren von Neutronen erhofft.

2.3. Testanordnung

Der Aufbau ist analog eines Plattenkondensators, aber mit unterschiedlichen Metallplatten bezüglich Elektronegativität. Dieser „Kondensator“, mit einer Kapazität von zirka 100 pF wird mit einem Frequenzgenerator zum Oszillieren gebracht.

Zwischen den beiden Metallplatten befindet sich eine Dielektrikum, ein LiTaO₃-Wafer. Dieser Wafer liegt wiederum auf einer nicht flächendeckenden Abstandhalteschicht von Glimmer-Plättchen zur anderen Kondensatorenplatte.

Im Endeffekt sollen Elektronen vom Wafer zur Kupferplatte "tunneln" können.

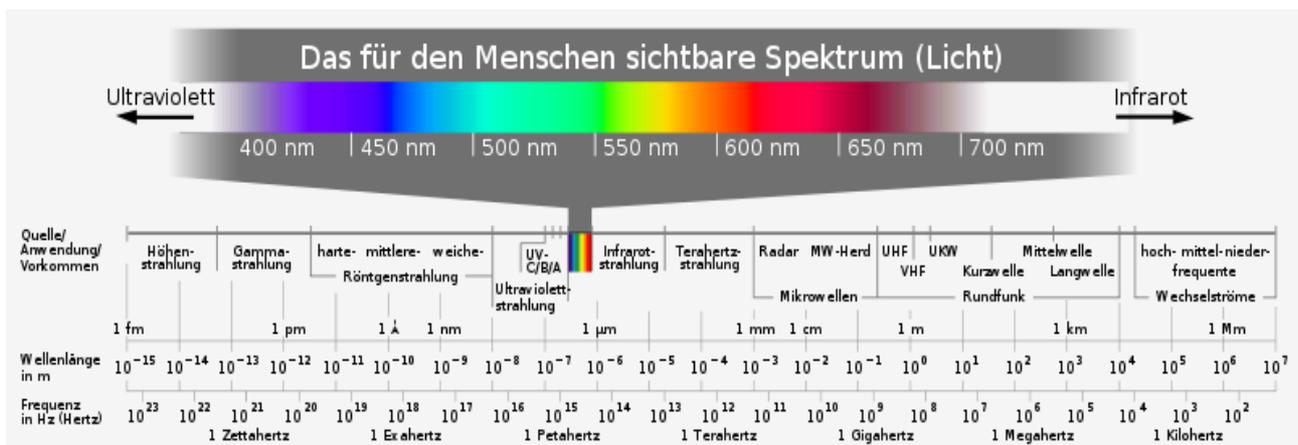
3. Hintergrundwissen

3.1. Allgemein

Dort wo in der vorliegende Abhandlung nicht erwartet werden kann, dass dies Allgemeinwissen ist, wurden die entsprechenden Texte oder Teile davon mit einer Quellenangabe in diese Dokumentation kopiert oder es wurde auf die Informationen via einem Internet-Link hingewiesen, analog den folgenden beiden Links:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Phonon> und <http://de.wikipedia.org/wiki/Sonolumineszenz> .

3.2. Frequenzspektrum



Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Licht>

3.3. Lumineszenzen

DEFINITION Lumineszenz ist die optische Strahlung eines physikalischen Systems, die beim Übergang von einem angeregten Zustand zum Grundzustand entsteht (strahlende Desaktivierung). Je nach Art der Anregung unterscheidet man verschiedene Arten der Lumineszenz: 31

- **Elektrolumineszenz:** Die Anregung des Systems durch elektrischen Strom (Beispiel: Leuchtdioden, EL-Folien oder OLEDs).
- **Kathodolumineszenz:** Die Anregung des Systems erfolgt durch Beschuss mit Elektronen (Beispiel: Fernsehbildschirm).
- **Photolumineszenz:** Die Anregung des Systems erfolgt durch Photonen. Dabei unterscheidet man je nach Zeitdauer zwischen Anregung und Emission des Lichtes zwischen Phosphoreszenz und Fluoreszenz.
- **Chemolumineszenz:** Die Anregung des Systems erfolgt durch eine chemische Reaktion (Beispiel: Luminol zum Nachweis von Blut).
- **Biolumineszenz:** Die Anregung des Systems erfolgt durch eine chemische Reaktion in lebenden Organismen (Beispiel: Oxidation von Luciferin im Leuchtkäfer).
- **Tribolumineszenz:** Die Anregung des Systems erfolgt durch Reibung oder Auseinanderreißen; z.B. bei Zuckerkristallen oder beim Öffnen von selbst klebenden Briefumschlägen.
- **Thermolumineszenz:** Die Anregung des Systems erfolgt durch Wärmezufuhr. (Beispiel: Glühlampen)
- **Sonolumineszenz:** Die Anregung des Systems erfolgt durch Schallwellen (in Flüssigkeiten).
- **Crystallolumineszenz** bzw. **Kristallolumineszenz:** Die Anregung des Systems erfolgt beim Kristallisierungsvorgang einzelner Materialien (z.B. Arsen trioxid)
- **Radiolumineszenz:** Die Anregung des Systems erfolgt durch Bestrahlung mit Alpha- oder Beta-Strahlung bzw. durch Röntgenstrahlung (ähnlich Thermolumineszenz)
- **Superlumineszenz:** Die Anregung des Systems kann nur durch spontane Emission erzeugtes Licht, das durch stimulierte Emission in einem Lasermedium optisch verstärkt wird, erfolgen.
- **Ionolumineszenz:** Die Anregung des Systems erfolgt durch hochenergetische Partikelstrahlung z.B. Alpha-Pakete (Heliumkerne)
- **Piezolumineszenz:** Die Anregung des Systems erfolgt durch Pressen von Quarzen verwandt mit Piezoelektrizität.
- **Fractolumineszenz:** Die Anregung des Systems erfolgt durch Zerbrechen diverser Kristalle. 33

Quelle: http://www.kfki.hu/~barnai/univet/Vorlesung_9.pdf

4. Beschreibung vom Konstruktionsaufbau

4.1. Vorbereitungsarbeiten

Auf der Oberseite der hölzernen Trägerplattform wurde an der Mittelachse der Zylinderkonstruktion ein Loch von 10 Millimeter Durchmesser und zwei Millimeter Tiefe gebohrt.

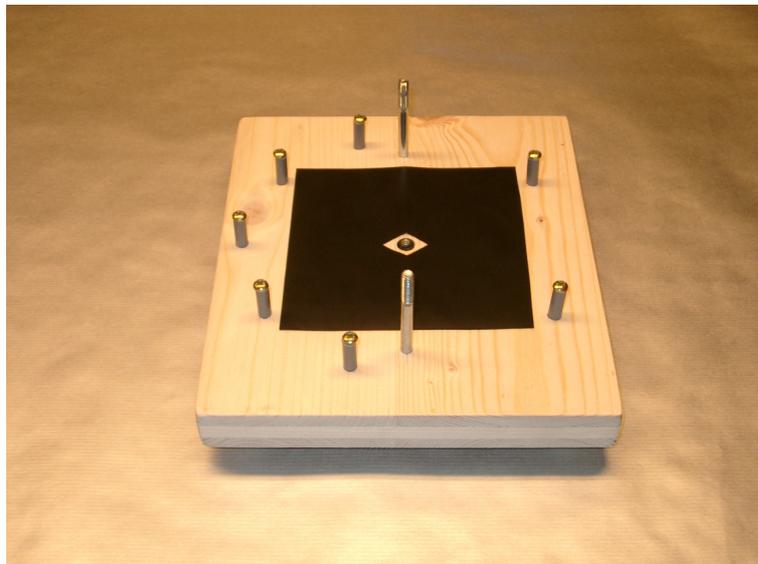
Zudem wurden rund um den erwähnten Mittelpunkt Schutzschrauben angebracht. Die zwei langen Schlossschrauben dienen dazu den oberen Haltebügel befestigen zu können.

Zur Mitte-Kennzeichnung der metallenen Aufbauteile wurden in deren Mitte durchgehende Löcher von vier Millimeter gebohrt. Ausgenommen dabei war der LiTaO₃-Wafer der nicht „durch gebohrt“ werden darf¹.

Der Aufbau wird von unten nach oben beschrieben.

4.1. Trägerplattform

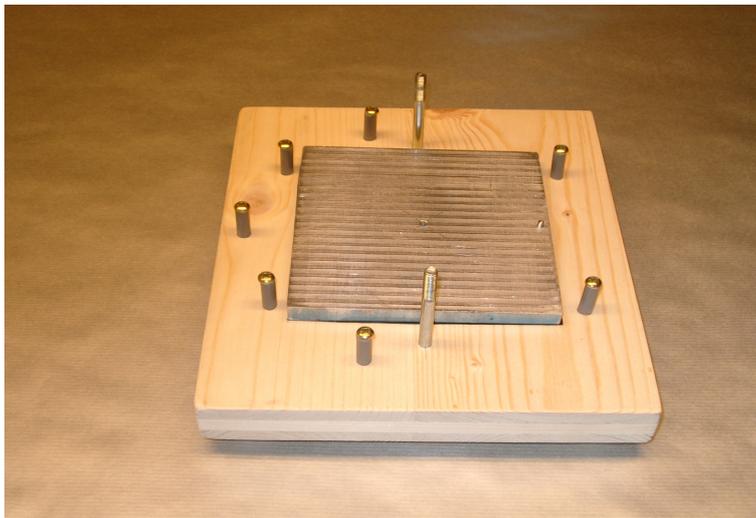
In das Bohrloch der Trägerplattform wurde eine Isolierbuchse eingeschraubt welche die Alu-Plattform am verrutschen hindert. Schwarz die Isolator-Folie.



¹ Warum dies zu vermeiden ist, wird mit dem Buch „Werkstoffe der Mikrotechnik von Joachim Frühauf“ beschrieben.

4.2. Aluminium Grundplatte

Die Aluminium-Grundplatte ist oben mit 3 Millimeter breiten Bahnen versehen die 0.2 Millimeter Höhenunterschied haben. An der Aussenkante wurde, zusammen mit der folgenden Weich-Kupferschicht, ein Loch für die Löt-fahne-Schraube gebohrt. Die Grundplatte liegt auf der schwarzen Isolator-Folie.



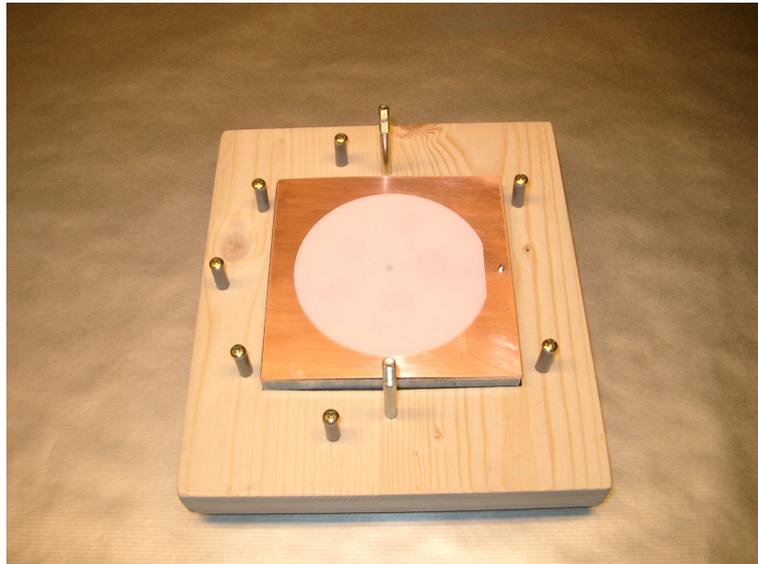
4.3. Kupferplatte mit Glimmer-Plättchen

Das weiche Kupferblech wurde oben aufgeraut. Danach wurden fünf TO3-Glimmer-Plättchen mit 0,1 Millimeter dicke gleichmässig um den Mittelpunkt verteilt, fixiert und die Löt-fahne angebracht.



4.4. Lithium-Tantalat Wafer (LiTaO₃)

Der Wafer mit 0,5 Millimeter dicke wurde vom Hersteller einseitig poliert geliefert. Die polierte Seite wurde der Kupferschicht zugewandt auf die Glimmer-Plättchen gelegt.



4.5. Aluminium Zylinder mit beidseitigem Dielektrikum

Die untere Zylinderseite wurde plan geschliffen und der ganze Zylinder poliert. Die Summe der Zwischenlagen vom Alu-Zylinder zur Kupferbodenplatte beträgt weniger als ein Millimeter.

Am Aussenrand auf der Oberseite vom Zylinder wurde für die Lötflamme ein Gewindeloch gebohrt und ein Gewinde geschnitten.

Zusätzlich wurde das durchgehende Zentral-Loch bis kurz vor dem unteren Rand auf sieben Millimeter Durchmesser aufgebohrt (zur kontaktlosen Aufnahme der Mittelschraube vom Haltebügel).

Auf den Aluminium Zylinder wurde eine Dielektrikum-Folie ² gelegt (wie wir später sehen werden aber wieder entfernt).

² PTFE imprägniertes Glasgewebe. Die Durchschlagfestigkeit von reinem PTFE (Teflon) beträgt 40 ...80 kV/mm.
Quelle: <http://webphysics.davidson.edu/faculty/dmb/PY430/Friction/teflon.html>



4.6. Obere Kondensator-Platte

Die obere Kondensator-Platte wurde auf den Aluminium Zylinder gelegt. Sie dient dazu weitere Elektronik-Einrichtungen anschliessen zu können, zB. ein Wobbler um Taumel-Schwingungen zu erzeugen, Schwingkreis-Elemente, usw. Aber auch Spannungsveränderungen am Aluminium Zylinder gegenüber der Kupferbodenplatte feststellen zu können (ohne dass dabei die Kapazität vom Aluminium Zylinder gegenüber der Kupferplatte beeinflusst wird).

4.7. Haltebügel

Der Haltebügel, ein vierkantiges Alu-Hohlprofil, wird von zwei seitlichen Türbandschrauben (Schlossschrauben) gehalten. An diese ist auch die Schutzerdung angeschlossen. In der Mitte vom Haltebügel wurde ein sieben Millimeter Loch für die Aufnahme von Isolierbuchsen gebohrt.

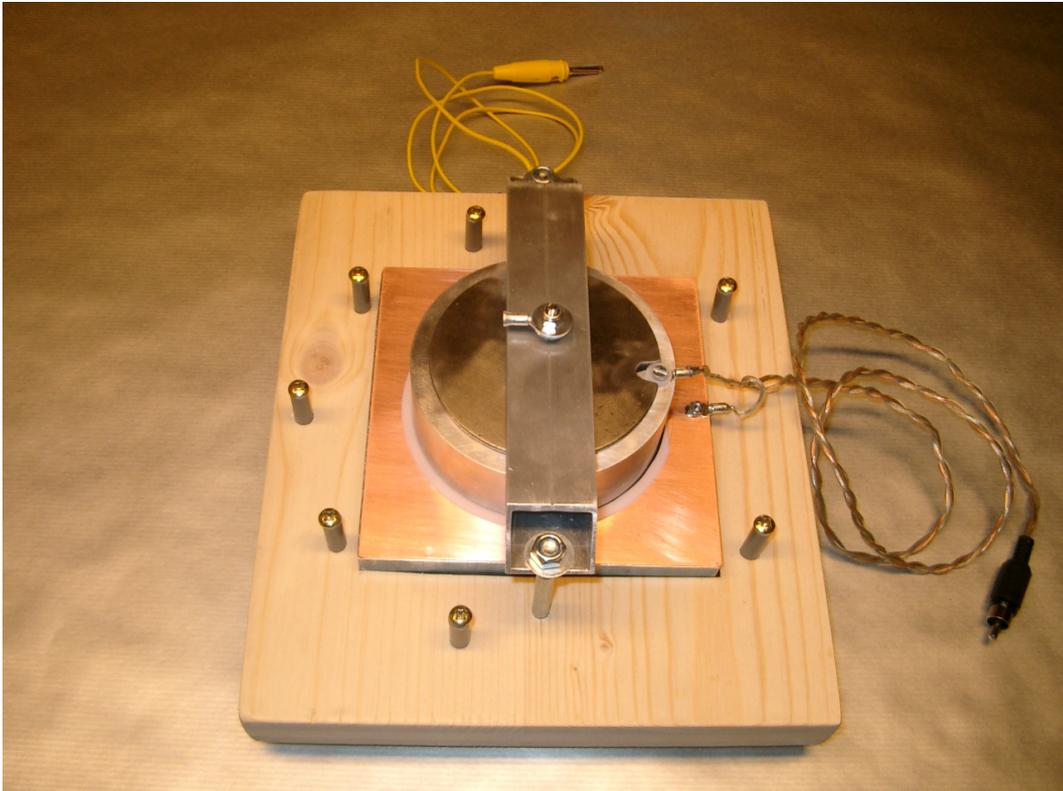
Unter den Haltebügel wird, kontaktlos zu diesem, die obere Kondensator-Platte geschraubt.

Zusätzlich verhindert die Halteschraube der Kondensator-Platte ein verrutschen vom Aluminium Zylinder (ebenfalls kontaktlos).

Auf die Halteschraube der Kondensator-Platte wurde oben eine Kontaktöse angebracht.

Die seitlichen Muttern wurden nur schwach angezogen.

4.8. Testaufbau komplett



Ob die Fermi-Energie (Volta-Potenzial) den Elektronenfluss beeinflusst, respektive die Elektronegativität der Elemente den Elektronenfluss bestimmt, kann ich nicht beurteilen. Vollständigkeitshalber hier trotzdem die Daten:
Sauerstoff (LiTaO₃) 3.44, Kupfer 1.9 und Aluminium 1.61.

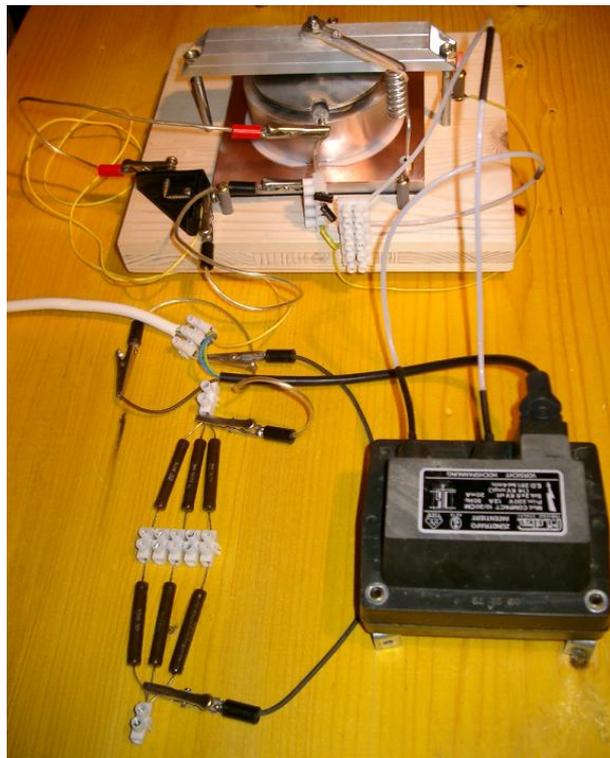
Die Kupferplatte mit der darunter liegenden Aluminium-Platte wird daher negativer. Die nutzbare elektrische Energie würde als Gleichstrom zwischen Erde (+) und der Kupferplatte (-) vorliegen, das heisst, die Elektronen fliessen von der Kupferplatte zum Erdpotential (noch nicht im elektrischen Schema vorgesehen).

Ref. Fermi-Energie

5. Testapparatur

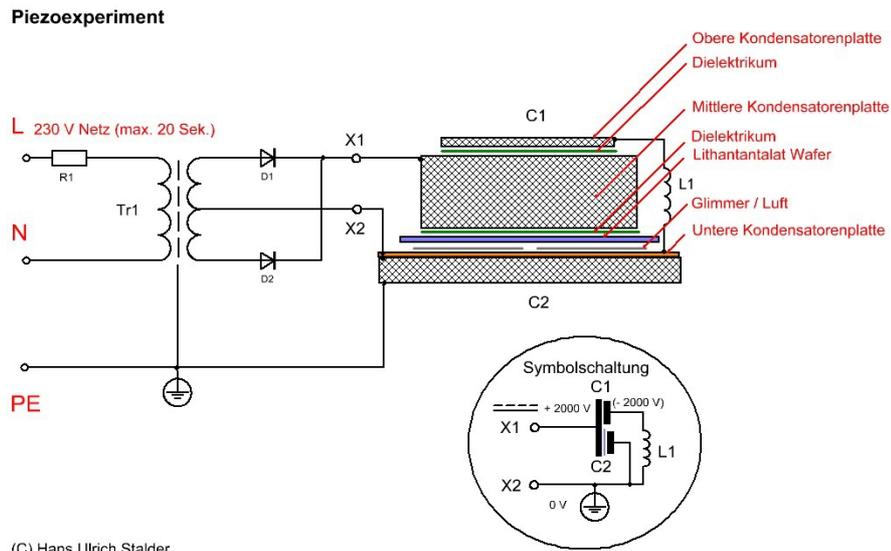
In Ermangelung der benötigten Apparaturen habe ich eine Ersatzschaltung entworfen um das Hochspannungsverhalten zu testen. Die HS kommt hierbei in Form einer ungeglätteten Gleichspannung mit 100 Hz daher. Im Bewusstsein, dass mit dieser Apparatur keine Gitterschwingung erreicht werden kann.

5.1. Gesamtapparatur in Übersicht



Die als Dielektrikum eingesetzten Folien wurden wieder entfernt da diese Kriechströme verursachten, was die HS mit Funkenschlag quittierte. Der obere Kondensator (C1) ist nun ein reiner Luftkondensator. Zudem mussten diverse Stellen mit Glimmer-Plättchen isoliert werden um ungewollten Funkenschlag zu verhindern. Letztlich musste die HS weiter reduziert werden um den Funkenschlag im C1 zu verhindern. Auf www.quantophon.com, 2012 – Piezoexperiment Test1 und Test2, demonstriert die Funken-strecken.

5.2. Elektrisches Schema



Der 230 Volt HS-Trafo (Ölbrenner-Zündtrafo) ist von f.i.d.a, Sek. 2x5 kV mit 20 mA.

D1, D2 = 10 kV Sperrspannung;

R1 = 900 Ohm;

C1 (eff. Ein Luftkondensator) ≈ 8 pF, C2 ≈ 40 pF (ohne Dielektrikum);

L1 $\approx 0,6$ uH (8 Wdg, 2 mm Alu-Draht, L: 30 mm, ID: 8 mm).

Gleichstrom Funken-strecke zwischen X1 und X2 ≈ 1 Millimeter.

Der Hauptzweck vom „Schwingkreis“ ist Oberwellen zu produzieren. Die phasenverschobene iterative Rückkopplung macht aus einem dahergelaufenen HS Höcker vom Dromedar ein Trampeltier, daher zwei Höcker (eine hiermit genannte Trampelfrequenz). Erklärungen dazu finden sich auf der Folgeseite.

Die theoretische erste Resonanz-Frequenz vom Schwingkreis liegt irgendwo im MHz-Bereich (der Schwingkreis arbeitet theoretisch noch als Notch-Filter im Rundfunkbereich).

Zu beachten ist, dass einige Angaben nur grobe Schätzungen sind. Die zum Messen benötigten Instrumente sind nicht vorhanden.

Zitat: Die üblichen Abstraktionen wie ideale Bauelemente und "dielektrisch eigenschaftslose" Verbindungen gelten schon im MHz-Bereich nicht mehr uneingeschränkt.

Quelle: 2012 / www.emsp.tu-berlin.de

3.1.2 Kapazitiv gekoppeltes System

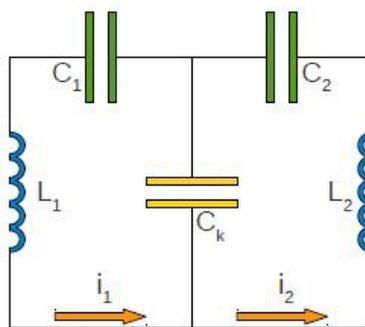


Abbildung 3.4: Der Schaltkreis für zwei kapazitiv gekoppelte Resonatoren.

Die Kopplung zweier Resonatoren kann im Allgemeinen auch kapazitiv erfolgen. Für den idealisierten Fall einer reinen kapazitiven Kopplung wird der Schaltkreis aus Abbildung 3.4 verwendet. Das Schaltbild für zwei kapazitiv gekoppelte Resonatoren unterscheidet sich ein wenig vom induktiv gekoppelten Schwingkreis.

Beide kapazitiv gekoppelten Resonatoren besitzen ihre eigenen Induktivitäten L_i und Kapazitäten C_i . Die Koppelkapazität C_k wird von beiden Schwingkreisen geteilt. Über die Kirchhoffschen Maschenregel gelangt man zu einem linearen Gleichungssystem durch das, analog zu den induktiv gekoppelten Schwingkreisen in Abschnitt (3.1.1), die Resonanzfrequenzen und Moden bestimmt werden können.

Quelle: Kopplung der Beschleunigerkavitäten RFQ und IH-DTL am FRANZ-Projekt.
Dominik Mäder / 2011

6. Testablauf

6.1. Benötigte Testgeräte

Zum Testen sollte ein Frequenzgenerator mit einem Bereich von 100 kHz bis 1 GHz zur Verfügung stehen (+ Hochspannungsverstärker).

Zur Feststellung der Oberwellen wird ein Oszilloskop benötigt.

Zusätzlich wird eine Wärmebildkamera benötigt und bei Anzeichen einer Neutronenumwandlung ein Betastrahlen-Detektiergerät.

Bei den bisher vorgenommenen rudimentären Tests stand nur ein Frequenzgenerator von Frequenzen bis 100 kHz mit geringer Leistung (eff. < 3 Volt) zur Verfügung. Oszilloskop und Wobbler standen auch nicht zur Verfügung.

6.2. Konstruktionseinstellung

- Vor dem Anschliessen der Testgeräte ist die Testkonstruktion auf Kurzschlüsse zwischen den „Kondensatorenplatten“ zu überprüfen.
- Die Druckeinstellmutter an der Halterungsschraube wurden nur leicht angezogen da Bruchgefahr vom Wafer besteht.

6.3. Optimierte Frequenz suchen

- Der Frequenzgenerator ist folgender massen einzustellen:
 - die primäre Signalform ist Rechteck;
 - ab 100 kHz;
 - Amplitude einstellen (3 kV entspricht einer Funken-Strecke im Medium Luft von einem Millimeter).
- Der Wobbler dient dazu Interferenzen in einem festgelegten Frequenzbereich zu erzeugen.
- Mit dem Frequenzmessgerät die Funktionalität überprüfen und die effektive Frequenz feststellen.
- Mit dem Oszilloskop laufend die Signalform beobachten und ggf. justieren.

6.4. Nach Reaktionen suchen

- Auf Resonanzen der Apparatur achten.
- Auf (Licht) Emission am Wafer achten.
- Auf Wärmeentwicklung achten.

7. Untersuchungsergebnisse und Konklusion

7.1. Einstellungen, Messungen und Beobachtungen

Frequenz kHz	Ausgangs- spannung V	Signal $\Pi \wedge \cap$	V= Grundpl. / Erdpot.	V \approx Kond. / Grundpl.	Lichtemiss. Wafer (Farbe)	Sonstiges / Wärmeentw.
10 bis 100	10	alle	n/a	1,5 bis 0,3	keine	-

7.2. Konklusion

Die Apparatur wurde mit den verfügbaren Geräten getestet und hat alle Tests bestanden. Weiter gehende Tests waren mit diesen Geräten nicht möglich.

8. Materialien und Geräte

8.1. Verwendete Materialien

Die Preise beinhalten den Warenwert sowie die damit verbundenen Unkosten wie Ergänzungseinkäufe, Fracht, Zoll, Mindestmengeneinkäufe und Reservematerial.

Material	Masse mm	Bezeichnung	Lieferant	Preis CHF
Alu-Zylinder	D:90x30	Normal-Alu warm ausgehärtet, Leg. 6082	Metallladen Dietikon	5.00
Kupferblech	124x124x2	EN CW024A weich	Metallladen D.	5.00
Alu-Grundplatte	124x124x8.3	Normal-Alu	Metallladen D.	5.00
Lithium Tantalat	D:100x0.5	LiTaO3 X-Cut	www.roditi.com	160.00
Glimmerscheiben (+ Div.)	Tr. TO3 / 0,1mm	Best-Nr. 189022-62	Conrad Schweiz	60.00
Lager- und Kleinmaterial		Allgemeine Unkosten	aus Lagerbestand	30.00
Grundplatte	230x200x28	Sperrholzplatte	aus Lagerbestand	5.00
Isolierbuchsen (+ Div.)	O:6.3/9.3 I:3.96	Polyamid GF verstärkt	Conrad Schweiz	55.00
Dielektrikum / Isolator	zirka 0,4 mm	Glasgewebe PTFE impr.	Angst & Pfister	25.00
Hochspannungstrafo 2x5kV		f.i.d.a. / Preis + Zoll	ebay	90.00
Div. Elektromaterial		HS-Dioden, etc.	Pusterla, Zürich	60.00
Projektkosten total				500.00

8.2. Verfügbare Geräte

Gerät	Bezeichnung
Ton- und Funktionsgenerator für Rechteck, Sinus und Dreieck Signalformen, 1 Hz – 100 kHz, Output 0 – 10 Volt (eff. 1,5 V bei 100 kHz)	LC-Electronic TG 100
Frequenzmessgerät bis 10 Hz – 100 MHz	Monacor FC - 8000
Diverse El-Mehrzweck-Handmessgeräte	n/a

9. LiTaO₃ (Lithiumtantaltrioxid)

Alle pyroelektrischen Materialien sind physikalisch bedingt auch piezoelektrisch. Deshalb reagiert das pyroelektrische Chip eines Detektors auf Körper- und auch Luftschall wie ein Mikrofon oder ein Beschleunigungssensor. Dieses Verhalten wird als Mikrofonieeffekt oder Beschleunigungsempfindlichkeit bezeichnet.

Quelle: <http://www.infratec.de/de/sensorik/literatur/faq.html>

Generelle Beschreibung: <http://de.wikipedia.org/wiki/Lithiumtantalat>

X-Cut Charakteristik:

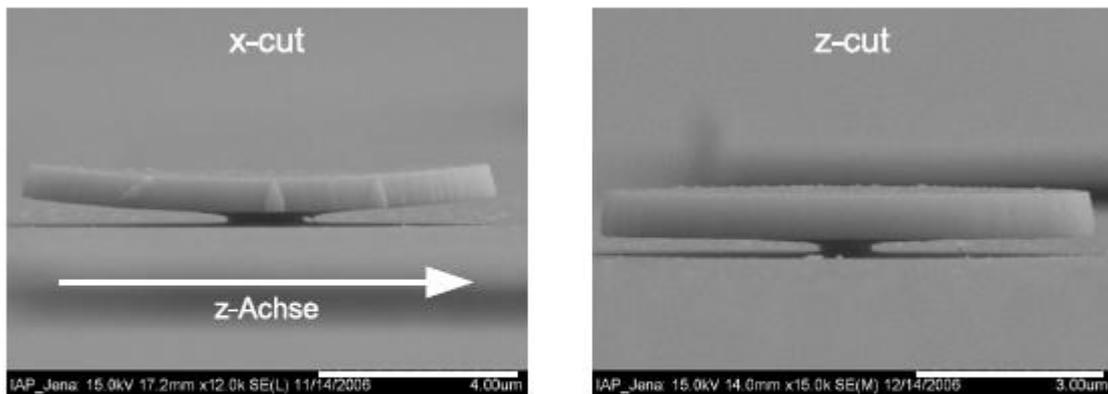
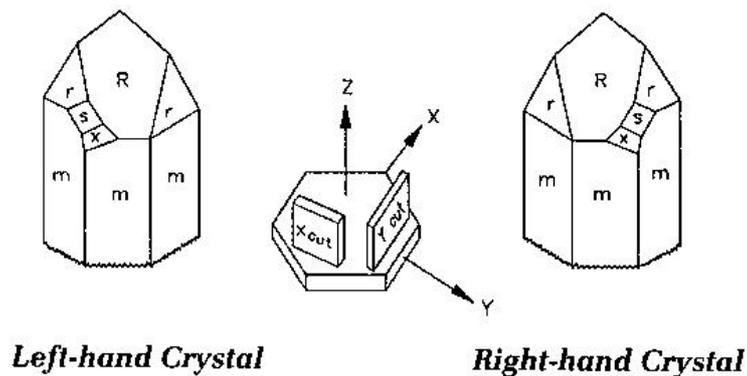


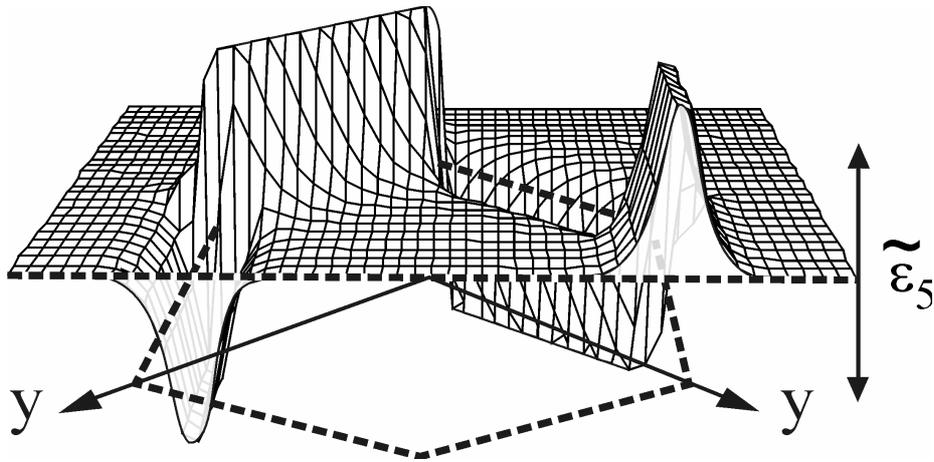
Abbildung 2.9: Freistehende Bauelemente hergestellt in *x*-cut (links) und *z*-cut (rechts) Lithiumniobat. Die *x*-cut Struktur zeigt eine Verbiegung aufgrund verschieden starker Spannungen in *y*- und *z*-Richtung. Die *z*-cut Struktur zeigt keine Verbiegungen da die Spannungen in *x*- und *y*-Richtung annähernd gleich sind.

Quelle: Mikro- und Nanostrukturierung Dissertation von Holger Hartung, Friedrich-Schiller-Universität Jena



As shown in the above schematic drawing, alpha-quartz crystal has a single axis of three-fold symmetry (trigonal axis), and it has three axes of two-fold symmetry (digonal axes) that is perpendicular to that trigonal axis. The digonal axes are spaced 120° apart and are polar axes, that is, a definite sense can be assigned to them. The presence of polar axes implies the lack of a center symmetry and is necessary condition for the existence of the piezoelectric effect. The digonal axes are also known as the electric axes of quartz (x-, y-axis). In crystal with fully developed natural faces, the two ends of each polar axis can be differentiated by the presence or absence of the S and X faces. When pressure is applied in the direction of the electric axis, a negative charge is developed at that end of the axis modified by these faces. The trigonal axis, also known as the optic axis (z axis), is not polar, since the presence of digonal axes normal to it implies that the two ends of the trigonal axis are equivalent. Thus no piezoelectric polarization can be produced along optic axis. In the rectangular coordinate systems, the z-axis is parallel to the m prism faces. A plate of quartz cut with its major surface perpendicular to the x-axis is called an X-cut plate. Rotating the cut 90 degrees about the z-axis gives a Y-cut plate with the y-axis now perpendicular to the major surface. Since a quartz crystal has six prism faces, three choices exist for the x- and y-axis. The selection is arbitrary; each behaves identically.

Quelle: <http://www.4timing.com/techquartz.htm>



The horizontal dashed line is a cut through the hexagon along the x direction. At the corners of the domain walls are high energy points, as the sign of the strain switches.

Quelle: Pennsylvania State University

2.4 Mechanische Kristallbearbeitung

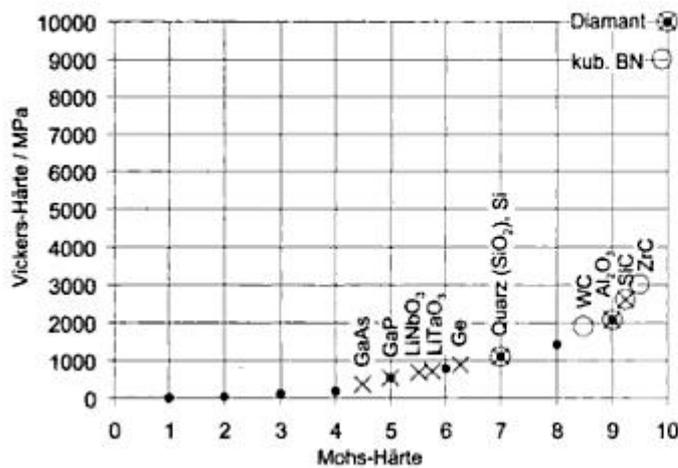


Bild 2.13 Härte von Kristallen (Kreuze) und von Abrasivstoffen (Kreise) für die Bearbeitung. (Die Punkte markieren die Stoffe der Mohs'schen Härteskala)

Quelle: Werkstoffe der Mikrotechnik von Joachim Frühauf.

Physical and Optical Properties	
Crystal Structure:	Trigonal, space group R3c, Point group 3m
Cell Parameters:	a=5.154Å, c=13.781Å
Melting point:	1650°C
Curie Temperature:	607°C
Mohs hardness:	5.5
Density:	7.46 g/cm ³
Dielectric Constant:	ξ_{11}/ξ_0 51.7 ξ_{33}/ξ_0 44.5
Elastic Stiffness Coefficient:	C_{11}^E 2.33(X 10 ¹¹ N/m ²) C_{33}^E 2.77(X 10 ¹¹ N/m ²)
Piezoelectric Strain Constant:	d_{22} 2.4(X 10 ⁻¹¹ C/N) d_{33} 0.8(X 10 ⁻¹¹ C/N)
Transmission range:	400-4500nm
Electro-optical coefficients:	r_{33} 30.4pm/V
Refractive index at 632.8nm:	n_o =2.176, n_e =2.180 Aperture

Quelle: 2012 / www.redoptronics.com

Ferroelektrische Kristalle zeigen spontane elektrische Polarisation, das heißt, sie sind bereits ohne ein angelegtes elektrisches Feld polarisiert. In einem Ferroelektrikum kann die Richtung der spontanen Polarisation durch ein genügend starkes äußeres elektrisches Feld in die Gegenrichtung umgeklappt werden. Die phänomenologischmakroskopische Beschreibung der Ferroelektrizität steht in Analogie zu der des Ferromagnetismus, es treten Domänen (Bereiche mit homogener Polarisation) auf. Beim Erhöhen der elektrischen Feldstärke wächst die Polarisation nur bis zu einem bestimmten Wert (ferroelektrische Sättigung); die Polarisation durchläuft in Abhängigkeit von der elektrischen Feldstärke eine Hysteresekurve. Atomistisch wird die spontane Polarisation durch Ionenverschiebung im Kristallgitter verursacht.

Quelle: Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG, 2004

Tabelle: Eigenschaften einiger piezo- und pyroelektrischen Materialien bei Raumtemperatur

Material	Curie Temperatur	Dielektrizitätszahl ϵ_r	piezoelektrische Empfindlichkeit k (Längseffekt d_{33})	pyroelektrische Empfindlichkeit k_Q
	in °C		in $10^{-12} \text{ As}\cdot\text{N}^{-1}$	in $10^{-4} \text{ As}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$
Quarz	—	4.5	2.3	—
LiTaO ₃	618	45	5.7	2
BaTiO ₃	120	1000	374	4
PVDF	80	12	30	0.4

Nach dieser Beziehung liefert also eine 30 µm dicke Scheibe aus LiTaO₃ der in der Tabelle angegebenen Empfindlichkeit bei einer Temperaturänderung von 1 K die Spannung 15 V.

Quelle: 2012 / <https://home.zhaw.ch> Piezo-&Pyroelektr.pdf (Piezo- und pyroelektrischer Effekt)

10. Pyroelectric fusion

According to an April 2005 Nature article, Brian Naranjo, Jim Gimzewski and Seth Putterman at UCLA applied a large temperature difference to a lithium tantalate crystal producing a large enough charge to generate and accelerate a beam of deuterium nuclei into a deuteriated target resulting in the production of a small flux of helium-3 and neutrons through nuclear fusion without extreme heat or pressure. Their results have been replicated.

It is unlikely to be useful for electricity generation since the energy required to produce the fusion reactions exceeded the energy produced by them. It is thought that the technique might be useful for small neutron generators, especially if the deuterium beam is replaced by a tritium one. Comparing this with the electrostatic containment of ionic plasma to achieve fusion in a "fusor" or other IEC, this method focuses electrical acceleration to a much smaller non-ionized deuterium target without heat.

Quelle: 2012 / http://en.goldenmap.com/Lithium_tantalate

Siehe auch: <http://de.wikipedia.org/wiki/Pyrofusion>

* * * *