Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough-Fonds
©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Untersuchungen am selbsttönenden Krystall

Von

Franziska Seidl

(Mit 12 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 29. April 1926)

In meiner Arbeit: »Der selbsttönende Krystall« (Physik. Zschr. 2, 64, 1926) teilte ich bereits die anfängliche Vermutung mit, daß ein mikroskopisch kleiner Lichtbogen Ursache der Umsetzung elektrischer Schwingungen in akustische sein könnte. Bei den damaligen Untersuchungen gelang es aber nicht, mit dem Mikroskop während des Tönens eine Lichterscheinung zu beobachten. Es wurde die Annahme eines Lichtbogens fallen gelassen, dennoch aber an eine Gasentladung gedacht, so daß es von Interesse war, Experimente, welche eine Gasentladung beeinflussen, auszuführen. Erst bei der Einstellung des letzten Versuches für die vorliegende Arbeit beobachtete ich während des Tönens eine rötliche Lichterscheinung bei einer Spannung von 70 Volt. Das Tönen war aber nicht sehr lange Zeit stabil, die Tonhöhe änderte sich und schließlich hörte das Tönen auf. Vermutlich werden die Berührungsstellen von Krystall und Metallelektrode durch eine gebildete Oxydschichte ungünstig beeinflußt. Gleich die zunächst beschriebene Untersuchung zeigt aber, daß außer der Gasentladung für das Zustandekommen des Tönens noch die direkte Berührung von Metallelektrode und Krystalloberfläche notwendig ist, und daß die Tonhöhe auch von dem Druck, unter dem die Metallelektrode aufsitzt, abhängig ist.

Für die Ausführung des Versuches war es daher wesentlich, eine Einstellvorrichtung zu benützen, bei der die Spitze trotz Druckänderung an ein und derselben Stelle des Krystalls aufsitzt. Diesen kleinen Apparat zeigt umstehend Fig. 1.

Die dreieckige Messingplatte wird von drei Stützen getragen, welche in drei Messinghülsen versenkt werden können, so daß das ganze Gewicht der Platte und ihrer Stützen auf der Metallspitze ruht. Die Druckzunahme wurde durch ein auf die Metallplatte gestelltes Becherglas, welches von Marke zu Marke mit Wasser angefüllt wurde, erreicht. Durch nachträgliches Abwägen der eingefüllten Flüssigkeitsmenge und des Becherglases samt Träger konnte der jeweilige Druck bestimmt werden. Die Kurve Fig. 2 auf der nächsten Seite zeigt Abnahme der Frequenz mit zunehmendem Druck.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Wenn der Druck vergrößert wird, bedeutet dies aber eine Verminderung des Kontaktwiderstandes an der Berührungsstelle von Krystalloberfläche und Metallelektrode. Dieser Versuch lehrt auch, daß eine gute Einstellvorrichtung, die es gestattet, an ein und derselben Stelle den Druck zu ändern, von größter Wichtigkeit ist.

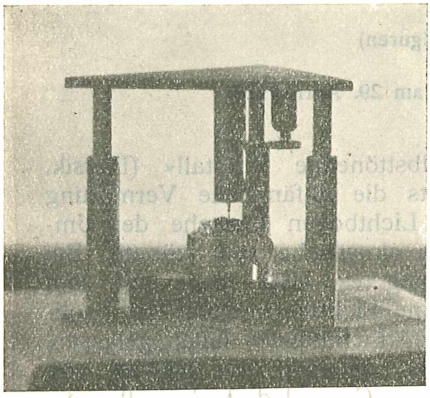

Fig. 1.

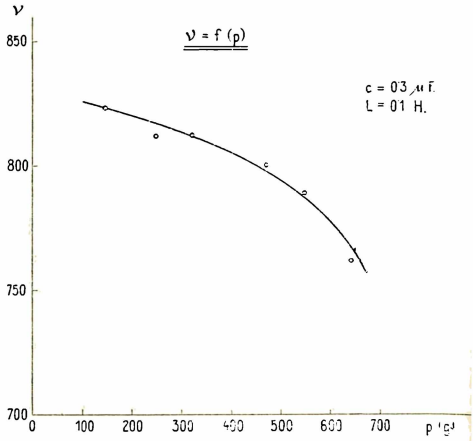

Fig.

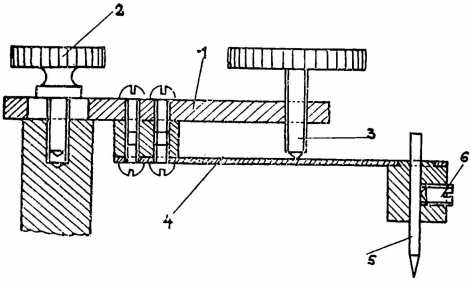

Fig. 3.

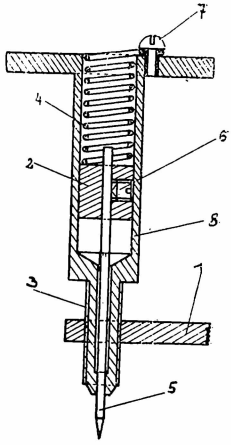

Fig. 4.

Fig. 3 zeigt die erste Type, die Verwendung fand, jedoch bald unbenützt blieb, da mit Vergrößerung des Druckes durch Herabbewegen der Stahlfeder mit der Schraube auch eine gleichzeitige kleine Verrückung der Metallelektrode stattfand, so daß die Druckänderungen nicht den gewünschten Erfolg hatten. Die Stabilität des Tönens hängt scheinbar gleichfalls von einem für die bestimmte

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Stelle günstig gewählten Druck ab. Die zweite Einstellvorrichtung ist aus Fig. 4 ersichtlich.

Die Ziffer 1 bezeichnet denselben Bestandteil, der auch in Fig. 3 mit 1 benannt wurde. Es ist in Fig. 3 die Stahlfeder 4 wegzudenken und die Schraube 3 zu ersetzen durch jene Schraube, welche in Fig. 4 dargestellt ist. Im Inneren des Schraubenschaftes 8 befindet sich ein frei beweglicher Messingzylinder 2 als Träger der Metallelektrode 5, welche durch die kleine seitliche Schraube 6 festgehalten wird. Die Vergrößerung des Druckes, mit dem die Metallelektrode auf dem Krystall aufsitzt, geschieht dadurch, daß beim Einschrauben der Spindel 3 in die Messingplatte 1 die Stahlfeder 4, welche durch die kleine Schraube 7 festgehalten wird, zusammengedrückt wird. Bei großen Drucken wird aber die Spitze leicht etwas verbogen; da bei den Schraubenverdrehungen die Spitze mitgedreht wird, die aber nach erfolgter eventueller Verbiegung nicht mehr in der Achse der Metallelektrode liegt, kommt sie bei jeder kleinsten Verdrehung mit einer anderen Krystallstelle zur Berührung. Diese Schwierigkeit für eine exakte Einstellung wurde durch die Type Fig. 5 behoben.

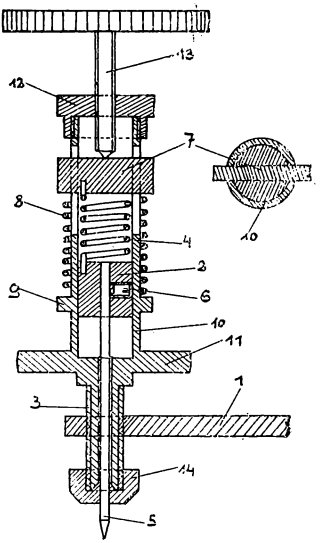

Fig. 5.

Das Gewinde 3 ermöglicht durch Verdrehen des Schraubenkopfes 11 ein Herabsetzen der Spitze 5 der Metallelektrode bis knapp an die Oberfläche des Krystalls. Die Metallelektrode wird wie bei der vorigen Type in einem verschiebbaren Messingzylinder von der Schraube 6 festgehalten. Die weitere Einstellung erfolgt nicht mehr durch Verdrehen von 11, sondern durch Verdrehen der Schraube 13. Dabei wird die Führung 7 die innere und äußere Spiralfeder zusammendrücken und wohl eine Abwärtsbewegung des Zylinders und damit auch der Metallelektrode, aber keine Verdrehung derselben bewirken. Beim Zurückdrehen der Schraube 13 unterstützt die äußere Spiralfeder die innere beim Heben der Führung 7, so daß eine eventuelle kleine Reibung des Metallzylinders und der Führung an den Wänden des Schraubenschaftes leicht überwunden wird. Um Metallelektroden verschiedener Stärke verwenden zu können, war es notwendig, durch die Kappe 14 der Spitze eine Führung zu geben und dadurch eine seitliche Verbiegung der Metallelektrode zu vermeiden.

Wenn die Annahme, daß die die Kontaktstelle umgebende Gasschichte für die Erscheinung des selbsttönenden Krystalls

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

wesentlich ist, richtig ist, dann muß das Tönen aufhören, sobald die Gasschichte entfernt wird. Zwecks dieser Untersuchung wurde der Krystall zum Tönen gebracht und hierauf in ein Becherglas gestellt, was infolge der gegen Erschütterungen unempfindlichen Einstellvorrichtung möglich war. Krystallfassung und Einstellvorrichtung für die Metallelektrode wurden für diesen Versuch nicht auf Hartgummi, sondern auf Porzellan, und zwar auf eine Steckbüchse montiert. In das Becherglas wurde soviel Paraffinöl gegossen, daß der Krystall und damit auch die Kontaktstelle ganz mit demselben bedeckt waren. Das Tönen hielt an. Erst nachdem das Paraffinöl erhitzt worden war, hörte das Tönen auf. Es ist wahrscheinlich, daß die an der Krystalloberfläche festsitzende Gasschichte, die sich ja auch in unmittelbarer Umgebung der Kontaktstelle befindet, zunächst vom Paraffinöl nicht verdrängt wird. Erst beim Erhitzen entweicht die Gasschichte von der Krystalloberfläche und das Paraffinöl tritt an ihre Stelle. In diesem Augenblick hört das Tönen auf und kann auch durch Spannungsänderung nicht mehr hervorgerufen werden. Es wurden mehrere Beobachtungen gemacht; alle ergaben das gleiche Resultat. Ein und derselbe Krystall konnte erst, nachdem er einige Zeit in Benzol oder Alkohol gelegen ist und hierauf geglüht wurde, wieder zum Tönen gebracht werden.

Bei der Untersuchung der Abhängigkeit der Erscheinung des selbsttönenden Krystalles vom Gasdruck zeigte sich, was aus den Oszillogrammen zu entnehmen war, daß bei Abnahme des Druckes die Frequenz zunächst steigt, dann aber bei weiterer Abnahme fällt. Nachdem kleine Krystallstückchen ebenfalls zum Tönen verwendet werden können, hat man die Möglichkeit, die Einstellvorrichtung zweckentsprechend klein zu konstruieren, so daß ein kleiner Rezipient von ungefähr 2·5 *cm* Höhe und einem ebenso großen Durchmesser genügt, um die Einstellvorrichtung mit Krystall unterzubringen. Der Rezipient wurde in Form eines Schliffes ausgeführt, in welchem zwei Platindrähte als Zuleitungen eingeschmolzen waren.

Es wurden bei ein und derselben Einstellung vier Aufnahmen bei verschiedenen Drucken gemacht. Die zwei ersten Aufnahmen erfolgten bei Drucken von 22 und 4 *mm* Hg. Für niedrigere Drucke war keine Meßvorrichtung vorhanden, so daß sie diesmal noch nicht angegeben werden können. Die dritte Aufnahme wurde ausgeführt, nachdem bereits mit der Hochvakuumpumpe evakuiert wurde. Aufnahme 1 bis 3 lassen ein Ansteigen der Frequenz erkennen. Es wurde noch weitergepumpt und die vierte Aufnahme gemacht; dieses Oszillogramm zeigt bereits eine Frequenzabnahme. Die Versuchsresultate sind ähnlich jenen, wie sie Clay bei der Schwingungserzeugung mit einem Entladungsrohr, in welchem der Gasdruck geändert werden konnte, erhielt. Die eben angeführten Versuche werden gelegentlich der Untersuchungen in verschiedenen Gasen wiederholt werden, und zwar so, daß die Drucke und die Frequenzen bestimmt werden können. Letztere

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

blieben diesmal unbekannt, da die Tourenzahl des Oszillographenmotors nicht gemessen wurde.

Eine Gasentladung ist aber auch durch das magnetische Feld zu beeinflussen. Es wurde der Krystall mit der Einstellvorrichtung zwischen die Polschuhe eines starken Elektromagneten gebracht und zunächst ein Oszillogramm ohne Magnetfeld aufgenommen; hernach wurde eine Aufnahme mit Magnetfeld gemacht. Die ersten dieser Untersuchungen wurden mit Stahl als Metallelektrode ausgeführt und als Krystall natürliches Rotzinkerz verwendet. Letzteres, ohne vorher im elektrischen Lichtbogen geschmolzen worden zu sein. Das Tönen setzt aber auch bei solchen Rotzinkerzkrystallen ein, die vorher im elektrischen Lichtbogen mit Braunstein behandelt wurden. Lossew gibt bereits an, daß durch die Behandlung im Lichtbogen die Leitfähigkeit steigt. Ein wirkungsvoller Unterschied war aber nicht festzustellen, so daß immer nur natürliches nicht vorbehandeltes Rotzinkerz für vorliegende Arbeit zur Verwendung gelangte. Die Aufnahmen zeigen im Magnetfelde eine Frequenzerniedrigung. Bei gleicher Spannung ist aber die Frequenz außer vom Druck auch noch von der Krystallstelle abhängig, weshalb die Vermutung naheliegt, daß die Stahlspitze beim Einschalten des Magnetfeldes von der Stelle gerückt wurde und diese neue Berührungsstelle des Krystalls Ursache der Frequenzänderung sei. Es war daher wichtig, die Untersuchungen mit Metallelektroden auszuführen, auf welche das Magnetfeld keine anziehende Wirkung ausübt.

Versuche ergaben, daß außer Stahl sich auch noch Cekasdraht, Kupfer, Wolfram, Aluminium und Silber als Gegenelektrode eignen. Wie die folgende Tabelle zeigt, wurden Wolfram und Silber gewählt.

Material:	1. Aufnahme	Aufnahme	3. Aufnahme
	mit M. F.:	ohne M. F.:	mit M. F.:
Stahl	667·89	682·10	—
	mit M. F.:	ohne M. F.:	mit M. F.:
Silber	836·1	848·2	836·1
	ohne M. F.:	mit M. F.:	ohne M. F.:
Wolfram	930·0	904·0	930·0

In dieser Tabelle bedeutet M. F. magnetisches Feld; die Zahlen geben die Frequenz in Hertz an.

Die Oszillogramme des schwingenden Krystalls, zeigen zum Unterschiede von denen des selbsttönenden Krystalls Ähnlichkeit mit den Lichtbogenschwingungen zweiter Art. Beim selbsttönenden Krystall sind die fast sinusförmigen Oszillogramme ähnlich den Lichtbogenschwingungen erster Art, was aus den Aufnahmen, welche in meiner Arbeit über den selbsttönenden Krystall[1] zum

[1] Phys. Zschr. *2*, 64, 1926.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Abdruck gelangten, ersichtlich ist. Aus diesen Oszillogrammen ist auch die Änderung der Frequenz mit der Stromstärke zu entnehmen. Letztere Eigenschaft kommt auch den Lichtbogenschwingungen zu; ihre Schwingungsdauer T ist größer oder gleich $2\pi\sqrt{LC}$. Es war daher von Interesse, zu untersuchen, ob beim selbsttönenden Krystall auf Resonanz eingestellt werden kann; d. h., ob eine Frequenz zu erreichen ist, die der Resonanzfrequenz

$$\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{LC}}$$

gleichkommt.

Um dies festzustellen, wurde für ein bestimmtes vorgegebenes ν, das der Frequenz einer zu diesem Versuche gewählten Stimmgabel

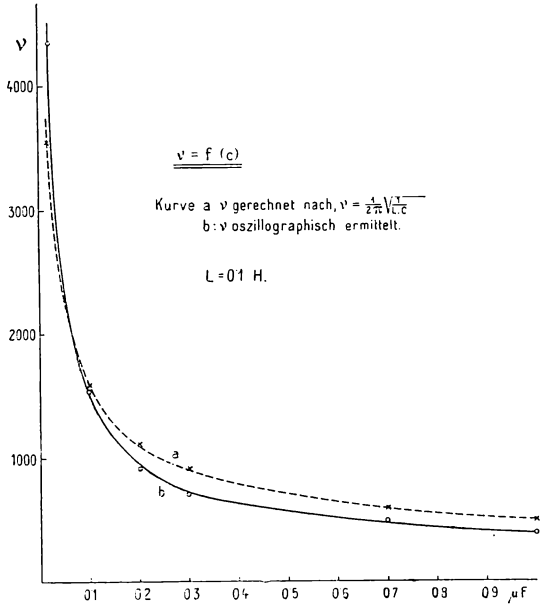

Fig. 6.

gleich war, bei vorgegebenem L, das zugehörige C berechnet. Es wurde auf einer wählbaren Kapazität das berechnete C gestöpselt und hierauf die Spannung solange geändert, bis die Schwebungen von Stimmgabel- und Krystallton verschwanden. Es war tatsächlich möglich, eine solche Spannung zu finden. Doch kommt es auch vor, daß in dem Spannungsintervall, in welchem der Krystall tönt, die Frequenz unterhalb oder oberhalb des Wertes $\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{LC}}$ liegt. Weiters wurden Untersuchungen gemacht bezüglich der Abhängigkeit der Frequenz von der Kapazität. Die Kurve a in Fig. 6

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

wurde erhalten durch Auftragen der aus der Thomson-Formel berechneten ν-Werte; die Kurve *b* durch Auftragen der experimentell gewonnenen und aus den Oszillogrammen bestimmten ν-Werte. Die Kurven zeigen einen Schnittpunkt; das bedeutet, daß für diese Kapazität, die dem Schnittpunkt entspricht, bei gegebener Spannung Resonanz herrscht.

Versuche in allerletzter Zeit ergaben, bei verschiedenen Rotzinkerzkrystallen, daß das Tönen auch einsetzt, wenn der Krystall negativ geschaltet ist. Somit ist keine Unipolarität für den selbsttönenden und schwingenden Krystall vorhanden. An einzelnen Stellen war es möglich, ohne Änderung an der Einstellung, durch bloßes Wenden des Stromes den Krystall mit gleicher Lautstärke für beide Richtungen zum Tönen zu bringen. Im allgemeinen spricht dann der Krystall leichter an, wenn er positiv geschaltet ist.

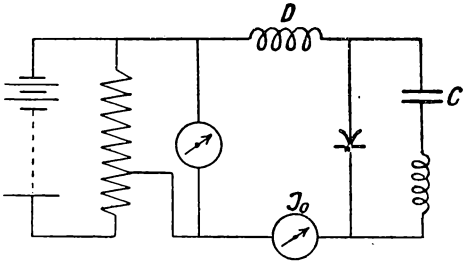

Fig.

Da die Metallelektrode manchmal unter ziemlich starkem Druck aufsitzt, war auch daran zu denken, daß möglicherweise das Tönen eine Folge der Piezoelektrizität sein könnte. Es ist mir zwar nichts darüber bekannt, ob Rotzinkerz auf diese Eigenschaft hin untersucht wurde; jedoch ist es nicht ganz unberechtigt, diese Eigenschaft in Erwägung zu bringen, da Rotzinkerz dem hexagonalen Krystallsystem angehört und eine sechszählige polare Hauptachse besitzt. Zufälligerweise besaß ich einen sehr schönen Krystall, so daß es möglich war, an demselben die Achsenrichtungen zu bestimmen.

Herr Assistent Dr. Raaz hatte die Freundlichkeit, mir dabei behilflich zu sein und machte mich darauf aufmerksam, daß ich gerade in der Richtung der polaren Hauptachse die Einstellung der Metallelektrode vornahm. Dies veranlaßte mich, zu versuchen, den Krystall an den verschiedensten Stellen und durch Einstellung der Metallelektrode in verschiedensten Richtungen bezüglich der polaren Hauptachse zum Tönen zu bringen, was auch tatsächlich gelang, so daß eine Abhängigkeit der Erscheinung von der Richtung der Krystallachsen unwahrscheinlich ist. Auch werden die piezoelektrischen Untersuchungen mit Plattenelektroden durch-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

geführt, wonach die Verwendung einer Spitze nicht zweckmäßig scheint.

Herr Professor Dr. E. Dittler[1] stellte auf synthetischem Wege Rotzinkerzkrystalle her, die sich in ihren optischen Eigenschaften ebenso verhalten wie die natürlichen Krystalle. Ich versuchte sie als Detektormaterial, für das sie sich ebensogut eignen wie die synthetisch gewonnenen Bleiglanzkrystalle. Auch ist es möglich gewesen, sie als schwingenden und selbsttönenden Krystall in Verwendung zu bringen.

Wenn in beigegebener Schaltung Fig. 7 der Schwingungskreis abgeschaltet worden war und die Drosselspule *D* durch die Sekundärspule eines Transformators ersetzt wurde, gelang es, dem erregenden Gleichstrom Mikrophonströme zu überlagern. Das zu besprechende Mikrophon wurde wie üblich an die Primärspule des

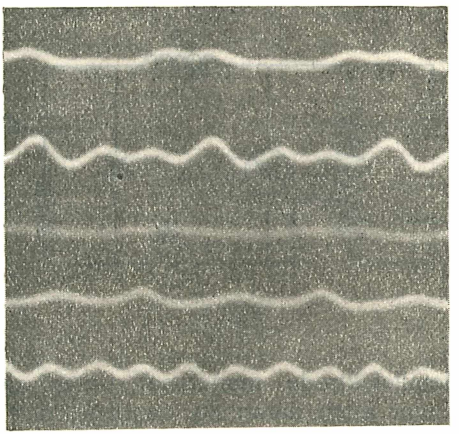

Fig. 8.

Transformators mit Batterie geschaltet. Fig. 8 gibt die Aufnahme der Vokale a, e, i, o, u wieder. Leider war die Schleife zu wenig empfindlich, um bessere Aufnahmen zu liefern.

Es soll damit nur die Möglichkeit der Überlagerung von Mikrophonströmen gezeigt werden, und für diesen Zweck scheint das Oszillogramm wohl hinreichend.

Fig. 9 gibt ein in das Mikrophon gesprochenes »r« wieder. Wurde die Primärspule mit der Sekundärspule des Transformators in angegebener Schaltung vertauscht und an die Sekundärspule ein Telephon gelegt, so konnte das auf den Krystall Gesprochene im Telephon gehört werden. Dazu war es nötig, sehr laut zu sprechen. Die Amplitude des überlagerten Sprechstromes war aber so klein gegenüber der Stärke des erregenden Gleichstromes, daß eine deutliche oszillographische Aufnahme nicht zu erreichen war.

---

[1] E. Dittler, Z. f. anorg. allgem. Chemie. Bd. *148*, 4, 1925.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Ein entsprechender Transformator zur Trennung des überlagerten Sprechstromes vom Gleichstrome für die ozsillographische Aufnahme des Sprechstromes allein stand nicht zur Verfügung. Um aber doch den Einfluß durch Besprechung des Krystalls zu zeigen, wurde die Änderung der Schwingung bei angeschaltetem Schwingungskreis oszillographisch aufgenommen. Fig. 10 zeigt ein solches Oszillogramm vor und während der Besprechung des Krystalls.

Die Möglichkeit, Mikrophonströme zu überlagern, fand zur Konstruktion eines membranlosen Telephons Verwendung. Fig. 11 stellt die erste Type desselben dar.

Die untere Schraube drückt mit einer Elfenbeinspitze auf die Stahlfeder, welche an einem Ende angeschraubt ist und an

Fig. 9.

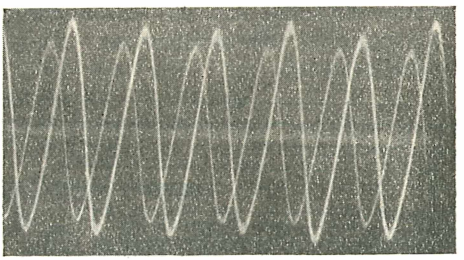

Fig. 10.

dem anderen Ende einen kleinen Messingzylinder mit seitlicher Schraube trägt, die die Metallelektrode festhält. Der Krystall sitzt in einer Messingklemme, welche durch eine Schraube auf einer Messingplatte festgehalten wird. In letztere ist ein Langloch eingeschnitten, so daß sie seitlich, vor- und rückwärts verschiebbar ist. Dadurch wird erreicht, daß jeder Punkt der Krystalloberfläche mit der Metallelektrode zur Berührung gebracht werden kann. Die Befestigung nach entsprechend vorgenommener Verstellung der Platte geschieht durch die obere Schraube. Aber auch bei diesem Telephon war für eine gute Einstellung der Umstand erschwerend, daß ebenso wie bei der Einstellungsvorrichtung Fig. 3 auch hier mit Vergrößerung des Druckes die Metallelektrode von der Stelle gerückt wurde. Eine diesbezügliche Verbesserung geschah durch Konstruktion der Type Fig. 12.

Die untere Schraube, mit welcher der Druck geändert werden kann, sitzt auf einer Stahlfeder auf, welche über dem Einschnitt

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

eines 2 *mm* dicken Messinghebels gespannt ist. Die obere Feder bewegt beim Zurückdrehen der Schraube den Messinghebel nach abwärts. Die Einstellung ist vollkommen unempfindlich gegen Erschütterungen. Akustische Verbesserungen der Schalldose sind im Gange. Es ist schon einige Male beim freistehenden Krystall, also nicht bei dem im Telephon eingebauten, gelungen, eine Einstellung zu treffen, so daß die in das Mikrophon gepfiffene Melodie auf 3 *m* Entfernung noch gut hörbar war. Die Sprache war auch

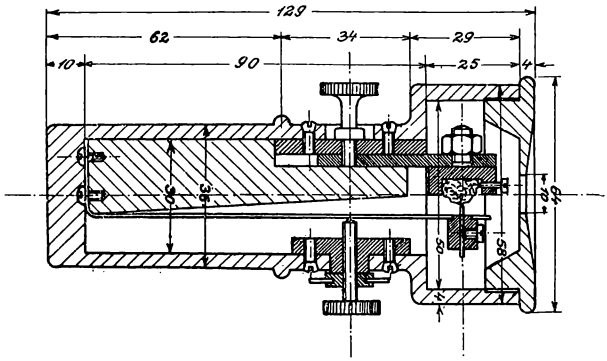

Fig. 11.

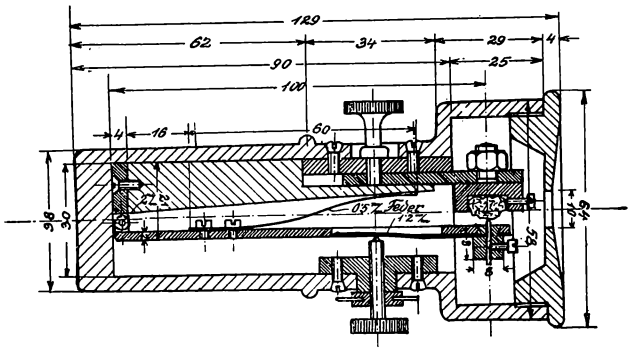

Fig. 12.

hörbar, aber man mußte nahe an den Krystall herankommen, um die Worte zu verstehen. Es handelt sich daher jetzt darum, im Telephon die Lautstärke zu verbessern; denn bis nun gibt der freistehende, gleichsam als membranloser Lautsprecher wirkende Krystall Töne von größerer Lautstärke als der in das Telephon eingebaute. Vielleicht findet sich auch noch ein Material, das bei gleichartiger Verwendung ein besserer Schwingungserzeuger ist als Rotzinkerz.

Weitere Untersuchungen bestanden darin, daß die Kontaktstelle bestrahlt wurde. Die Ausführung der Versuche erfolgte durch

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Bestrahlung mit einem radioaktiven Präparat, als auch mit einer Quarzlampe. In beiden Fällen wurde die Frequenz erhöht. Allerdings war die Frequenzerhöhung nicht so ausgiebig, daß sie mit dem Gehör hätte wahrgenommen werden können; sie mußte aus den Oszillogrammen entnommen werden. Einmal nur wurde eine ausgiebige Frequenzänderung bei Bestrahlung mit dem radioaktiven Präparat erhalten; hiebei stieg die Frequenz von 920·8 Hertz auf 1080 Hertz. Die Aufnahme wurde bei letzterwähntem Versuche erst nach einigen Minuten, während welcher bestrahlt wurde, gemacht, so daß möglicherweise eine Instabilität vorhanden war. Bessere Aufklärung über die Änderung der Erscheinung des Schwingens und Selbsttönens infolge Bestrahlung mit radioaktiver Substanz werden wohl die Aufnahmen der Charakteristiken im Laufe der nächsten Arbeit bringen.

Versuchsresultat bei Bestrahlung mit der Quarzlampe:

1. Aufnahme vor der Bestrahlung: $n = 1550 \cdot 2$ Hertz.
2. während $n = 1564 \cdot 5$
3. nach $n = 1555 \cdot 7$

Aus den angeführten Versuchen geht hervor, daß die Erscheinung des schwingenden und des selbsttönenden Krystalls sowohl von der Krystallstelle, an welcher der Kontakt mit der Metallelektrode hergestellt ist, als von der die Kontaktstelle umgebenden Gasschichte abhängig ist.

Es liegt die Annahme zweier parallel geschalteter Widerstände nahe, von denen der eine durch die Kontaktstelle, der zweite durch die Gasentladungsstrecke gebildet wird. Der Kontaktwiderstand sei mit K bezeichnet, der Widerstand der Gasstrecke mit L. Dann wird die Gesamtleitfähigkeit ausgedrückt durch:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{K} + \frac{1}{L}$$

Die Frequenz steigt erfahrungsgemäß, wenn die Stromstärke zunimmt. Wird durch Vergrößerung des mechanischen Druckes der Kontaktwiderstand vermindert, so wird $\frac{1}{K}$ größer, und es wird bei gleicher Gesamtstromstärke ein kleinerer Strom durch L fließen. Stromabnahme hat aber Frequenzerniedrigung zur Folge. Bei immerwährender Verbesserung des Kontaktes durch den Druck müßte das Tönen aufhören, was auch aus der Kurve Fig. 2 hervorgeht.

Bezüglich der Untersuchungen im Vakuum muß noch erwähnt werden, daß man seltener Stellen findet, bei denen das Schwingen bei konstant gelassener Spannung in höherem Vakuum weiterbesteht. Meistens genügt eine Druckverminderung auf 4 oder 3 *mm* Hg, die ausreicht, um die Schwingungen zu unterdrücken. Läßt man wieder Luft einströmen, so setzt das Schwingen

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

eines 2 *mm* dicken Messinghebels gespannt ist. Die obere Feder bewegt beim Zurückdrehen der Schraube den Messinghebel nach abwärts. Die Einstellung ist vollkommen unempfindlich gegen Erschütterungen. Akustische Verbesserungen der Schalldose sind im Gange. Es ist schon einige Male beim freistehenden Krystall, also nicht bei dem im Telephon eingebauten, gelungen, eine Einstellung zu treffen, so daß die in das Mikrophon gepfiffene Melodie auf 3 *m* Entfernung noch gut hörbar war. Die Sprache war auch

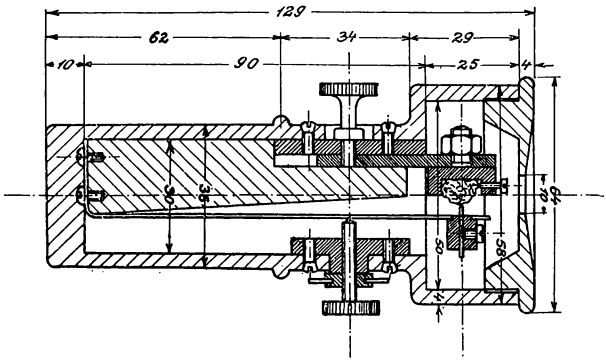

Fig. 11.

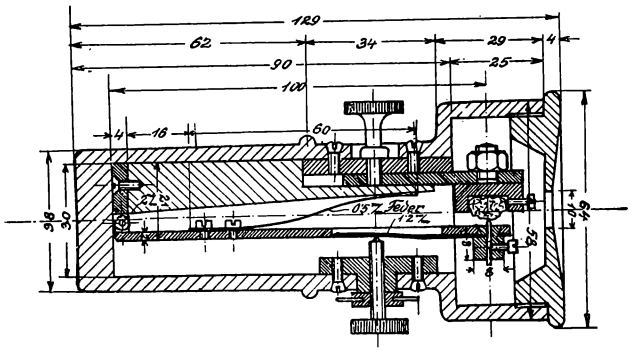

Fig. 12.

hörbar, aber man mußte nahe an den Krystall herankommen, um die Worte zu verstehen. Es handelt sich daher jetzt darum, im Telephon die Lautstärke zu verbessern; denn bis nun gibt der freistehende, gleichsam als membranloser Lautsprecher wirkende Krystall Töne von größerer Lautstärke als der in das Telephon eingebaute. Vielleicht findet sich auch noch ein Material, das bei gleichartiger Verwendung ein besserer Schwingungserzeuger ist als Rotzinkerz.

Weitere Untersuchungen bestanden darin, daß die Kontaktstelle bestrahlt wurde. Die Ausführung der Versuche erfolgte durch

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Bestrahlung mit einem radioaktiven Präparat, als auch mit einer Quarzlampe. In beiden Fällen wurde die Frequenz erhöht. Allerdings war die Frequenzerhöhung nicht so ausgiebig, daß sie mit dem Gehör hätte wahrgenommen werden können; sie mußte aus den Oszillogrammen entnommen werden. Einmal nur wurde eine ausgiebige Frequenzänderung bei Bestrahlung mit dem radioaktiven Präparat erhalten; hiebei stieg die Frequenz von 920·8 Hertz auf 1080 Hertz. Die Aufnahme wurde bei letzterwähntem Versuche erst nach einigen Minuten, während welcher bestrahlt wurde, gemacht, so daß möglicherweise eine Instabilität vorhanden war. Bessere Aufklärung über die Änderung der Erscheinung des Schwingens und Selbsttönens infolge Bestrahlung mit radioaktiver Substanz werden wohl die Aufnahmen der Charakteristiken im Laufe der nächsten Arbeit bringen.

Versuchsresultat bei Bestrahlung mit der Quarzlampe:

1. Aufnahme	vor der Bestrahlung:	$n = 1550 \cdot 2$ Hertz.
2.	während	$n = 1564 \cdot 5$
3.	nach	$n = 1555 \cdot 7$

Aus den angeführten Versuchen geht hervor, daß die Erscheinung des schwingenden und des selbsttönenden Krystalls sowohl von der Krystallstelle, an welcher der Kontakt mit der Metallelektrode hergestellt ist, als von der die Kontaktstelle umgebenden Gasschichte abhängig ist.

Es liegt die Annahme zweier parallel geschalteter Widerstände nahe, von denen der eine durch die Kontaktstelle, der zweite durch die Gasentladungsstrecke gebildet wird. Der Kontaktwiderstand sei mit K bezeichnet, der Widerstand der Gasstrecke mit L. Dann wird die Gesamtleitfähigkeit ausgedrückt durch:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{K} + \frac{1}{L}$$

Die Frequenz steigt erfahrungsgemäß, wenn die Stromstärke zunimmt. Wird durch Vergrößerung des mechanischen Druckes der Kontaktwiderstand vermindert, so wird $\frac{1}{K}$ größer, und es wird bei gleicher Gesamtstromstärke ein kleinerer Strom durch L fließen. Stromabnahme hat aber Frequenzerniedrigung zur Folge. Bei immerwährender Verbesserung des Kontaktes durch den Druck müßte das Tönen aufhören, was auch aus der Kurve Fig. 2 hervorgeht.

Bezüglich der Untersuchungen im Vakuum muß noch erwähnt werden, daß man seltener Stellen findet, bei denen das Schwingen bei konstant gelassener Spannung in höherem Vakuum weiterbesteht. Meistens genügt eine Druckverminderung auf 4 oder 3 *mm* Hg, die ausreicht, um die Schwingungen zu unterdrücken. Läßt man wieder Luft einströmen, so setzt das Schwingen

von neuem ein. Manchmal gelingt es, nachdem das Schwingen durch Druckverminderung aufgehört hat, es durch Erhöhung der Spannung wieder zu erneuern. Bei konstant gelassener Spannung kann die kontinuierliche Abnahme der Amplitude mit dem Maßstab auf dem Schlitzverschluß des Oszillographen verfolgt werden. Während des Zuströmens von Luft wächst die Amplitude wieder kontinuierlich an und erreicht ihre frühere Größe.

Wird der Krystall mit der Einstellvorrichtung in das Magnetfeld gebracht, dann hat es den Anschein, daß, wie es auch diesbezüglich beim Lichtbogen der Fall ist, der Stromweg in der Gasstrecke vergrößert werde. Durch diese Vergrößerung wird der Widerstand L in der Entladungsstrecke gesteigert. Es fließt bei gleicher Gesamtstromstärke durch L ein kleinerer Strom, wodurch die Frequenz erniedrigt wird.

Es wäre auch von Interesse, die Schwingungsenergie festzustellen, was bis jetzt wegen Ermanglung einer dazu geeigneten Meßschleife nicht möglich war; vielleicht kann diese Messung schon in der nächsten Arbeit, die sich hauptsächlich auf das Verhalten des schwingenden und selbsttönenden Krystalls in verschiedenen Gasen und gleichzeitiger Aufnahme der Charakteristik bei verschiedenen Gasdrucken und anderen Untersuchungen beziehen wird, mitgeteilt werden.

Nachdem die vorliegende Arbeit abgeschlossen worden war, wurden die Paraffinölversuche von einem anderen Gesichtspunkte aus betrachtet, nach welchem vielleicht, bis demnächst Versuche in verschiedenen Dielektriken durchgeführt sein werden, ein neuer Weg zur Deutung der Vorgänge beim schwingenden und selbsttönenden Krystall gewiesen oder die bisherige Annahme nur noch bekräftigt werden wird.

Herrn Assistenten Ing. H. Deschmann danke ich bestens für die freundliche Unterstützung bei der Ausführung der Konstruktion des Telephons.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1926

Band/Volume: 135_2a

Autor(en)/Author(s): Seidl Franziska

Artikel/Article: Untersuchungen am selbsttönenden Krystall. 453-464