Über die Stimmgabeln.

Vierte Mitteilung.

Über die Geräusch in den Anfangsstadien der Stimmgabelschwingungen.

Von

Dr. H. TSUKAMOTO.

(Mit 1 Figur).

Aus der oto-rhino-laryngologischen Klinik (Direktor: Prof. Dr. T. HOSHINO)
und der III. medizinischen Klinik (Direktor: Prof. Dr. T. MASHIMO)
der Kaiserlichen Universität zu Kioto.

EINLEITUNG.

Ich habe in vorstehender Mitteilung mittelst subjektiver Methode mit Königschen Stimmgabeln nachgewiesen, dass auch die mit Laufgewichten versehenen Hartmannschen Stimmgabeln in den Anfangsstadien ihrer Klangdauer im allgemeinen in grösserer oder geringerer Anzahl harmonische Obertöne produzieren, obgleich dem Hörer die Oktave wegen ihrer Verschmelzung mit dem Grundton nicht zum Bewusstsein zu kommen pflegt. Das ist der Fall, selbst wenn die Oktave in Wirklichkeit stark ist, solange der Grundton vorhanden ist. Beim Versuch zum Nachweis des Vorhandenseins der Oktave an den Hartmannschen, mit Laufgewichten beschwerten Stimmgabeln muss man dem Befestigungsgrad der Laufgewichte an den Gabelzinken besondere Aufmerksamkeit schenken, weil man beim Erregen der belasteten Stimmgabeln mittelst verschiedener Methoden in den Anfangsstadien ihrer Klangdauer deutliche Geräusche hören kann, worüber noch keine Nachforschungen angestellt worden sind. Ohne Berücksichtigung dieser Tatsache ist es sehr gewagt, über das Vorhandensein der Oktave an den Hartmannschen, mit Laufgewichten versehenen Stimmgabeln zu debattieren.

Ich will daher in dieser Mitteilung über einige von mir angestellte

Beobachtungen über die Geräusche berichten, um über das Wesen der letzteren aufzuklären.

Dabei will ich die mit Laufgewichten versehenen Stimmgabeln, die in den Anfangsstadien ihrer Klangdauer deutliche Geräusche aufweisen, kurz als „Gabeln mit Geräusch“ und die sonstigen Gabeln als „Geräuschlose Gabeln“ bezeichnen.

Erster Abschnitt.

Häufigkeit der Stimmgabeln mit Geräusch.

1) Material für meine Experimente.

Ich wählte als Experimentiermaterial drei c'-Gabeln, drei c-Gabeln und zwei A-Gabeln, die alle aus Deutschland stammten, und zwölf c'-Gabeln, elf c-Gabeln und elf A-Gabeln aus Japan. Genauer angegeben, stammten drei c'-Gabeln, zwei c-Gabeln und zwei A-Gabeln aus der Dosaka, zwei c'-Gabeln, zwei c-Gabeln sowie zwei A-Gabeln aus der Nakamura, zwei c'-Gabeln, zwei c-Gabeln und zwei A-Gabeln aus der Miyake, zwei c'-Gabeln, zwei c-Gabeln und zwei A-Gabeln aus der Nagashima und endlich drei c'-Gabeln, drei c-Gabeln und drei A-Gabeln aus der Shiraimatsu. Alle diese neu gekauften, nicht verrosteten Stimmgabeln entsprechen den Gabeln, die wir täglich in der Klinik der Kaiserlichen Universität zu Kioto zu gebrauchen pflegen.

2) Messung der Häufigkeit der Stimmgabeln mit Geräusch mittelst subjektiver Methode.

Nicht alle der der Prüfung unterworfenen Stimmgabeln mit Laufgewichten zeigen hörbare Geräusche in den Anfangsstadien ihrer Klangdauer.

Daher habe ich die Stimmgabeln mit Geräusch nach dem Gehöre ausgewählt. Die folgende Tabelle bringt die Untersuchungsergebnisse.

Fabrik	Nummer	C	C	C
		Geräusch	Geräusch	Geräusch
Deutschland	1	(-)	(-)	(-)
Deutschland	2	(-)	(-)	(-)
Deutschland	3	(-)	(-)	

Fabrik	Nummer	c'	c	A
		Geräusch	Geräusch	Geräusch
Dosaka	1	(+)	(-)	(+)
Dosaka	2	(+)	(+)	(+)
Dosaka	3	(-)		
Nakamura	1	(+)	(-)	(-)
Nakamura	2	(-)	(+)	(+)
Miyake	1	(+)	(+)	(-)
Miyake	2	(+)	(-)	(+)
Nagashima	1	(-)	(-)	(-)
Nagashima	2	(-)	(-)	(-)
Schiraimatsu	1	(+)	(-)	(+)
Schiraimatsu	2	(-)	(+)	(-)
Schiraimatsu	3	(-)	(-)	(-)

Kritisches.

1) Ich konnte deutliche Geräusche unter 15 c'-Gabeln an sechs (40%) nachweisen. Genauer angegeben, war an den Gabeln aus Deutschland und aus der Nagashima kein Geräusch zu konstatieren, während die erste und zweite c'-Gabel aus der Dosaka, die erste c'-Gabel aus der Nakamura, die erste und zweite c'-Gabel aus der Miyake und die erste c'-Gabel aus der Shiraimatsu hörbare metallisch klingende Geräusche aufwiesen.

2) Ferner konnte ich mit blossen Ohre ähnliche Geräusche unter vierzehn c-Gabeln an vier (28%) feststellen, und zwar fand sich kein Geräusch an den Gabeln aus Deutschland oder aus der Nagashima, während die zweite c-Gabel aus der Dosaka, die zweite c-Gabel aus der Nakamura, die erste c-Gabel aus der Miyake und die zweite c-Gabel aus der Shiraimatsu deutliche Geräusche zeigten.

3) Schliesslich konnte ich deutliche Geräusche an fünf Gabeln unter dreizehn A-Gabeln (26%) nachweisen. Auch hier wieder wiesen die Gabeln aus Deutschland oder aus der Nagashima kein Geräusch auf. Dagegen

liessen die erste und zweite A-Gabel aus der Dosaka, die zweite A-Gabel aus der Nakamura, die zweite A-Gabel aus der Miyake und die erste A-Gabel aus der Shiraimatsu Geräusche erkennen.

Zweiter Abschnitt.

Zeitdauer der Geräusche in den Anfangsstadien der Stimmgabelschwingungen.

Methodik des Experiments.

Zur Bestimmung der Zeitdauer der Geräusche, welche wir in den Anfangsstadien der Stimmgabeltöne hören, benutzte ich die spezielle von Dr. J. Yoshioka konstruierte elektroakustische Einrichtung, die aus einem elektromagnetischen Mikrophon, mehreren Verstärkungseinrichtungen und einem Oszillographen besteht. Diese Einrichtung findet sich bereits in der ersten Mitteilung geschildert.

Weil bei dem Ausklingen einer Stimmgabel der Ton höher wird, (diese Tatsache wird später noch genauer beschrieben werden) musste ich unbedingt eine möglichst konstante Anschlagskraft benutzen. Zu diesem Zwecke bediente ich mich einer bestimmten momentanen Kraft.

Ich liess nämlich die bestimmte Masse eines Perkussionshammers aus einer Lage bis zu einer anderen fallen, wobei ein Punkt des Hammergriffstiels als Drehpunkt wirkte.

Es wurde also potentielle Energie in einen bestimmten Betrag kinetischer Energie verwandelt.

Ferner registrierte ich die Geräusche der Stimmgabeln in den Anfangsstadien ihrer Klangdauer photographisch. Bei diesem Experimente verzichtete ich auf die mathematische Analyse der mittelst dieser experimentalen Einrichtung registrierten Geräuschkurven, weil diese Einrichtung gegen die verschiedenen höheren Töne unter den Geräuschen unempfindlich war.

Untersuchungsergebnisse.

Ich habe die Untersuchungsergebnisse in der folgenden Tabelle angeordnet.

Bemerkungen:— 1 v.d.=1 Hertz=2.v.d.

Fabrik	Nummer	C'		C		A	
		Zeitdauer des Geräusches	Schwin- gungszahl	Zeitdauer des Geräusches	Schwin- gungszahl	Zeitdauer des Geräusches	Schwin- gungszahl
Dosaka	1	0.185''	285v.d.			0.865''	111.1v.d.
Dosaka	2	0.355''	211v.d.	0.075''	177.7v.d.	0.255''	121.0v.d.
Nakamura	1	0.13''	200v.d.				
Nakamura	2			0.408'' *	177.7v.d.*	0.075''	108.2v.d.
Miyake	1	0.122''	259v.d.	0.868''	152.8v.d.		
Miyake	2	0.041''	155.5v.d.			0.133''	98.2v.d.
Schiraimatsu	1	0.545''	205.5v.d.			0.038''	97.7v.d.
Schiraimatsu	2			0.019''	125.0v.d.		

Kritisches.

Die Zeitdauer der Geräusche der belasteten c'-Gabeln beträgt 0,041 bis 0,545 Sekunde, die der c-Gabeln sowie der A-Gabeln je 0,019 bis 0,868 Sekunde und 0.038 bis 0,865 Sekunde.

Dritter Abschnitt.

Über die Ursache der Geräusche.

- 1) Über die Missverhältnisse zwischen der Zinkenbreite und der Breite des Belastungsraums.

Wir können mit den Fingern die Belastungen der Stimmgabeln mit Geräusch sehr leicht die Zinkenlänge entlang nach den Zinkenenden verschieben. Daher studierte die Befestigung der Stimlabellaufgewichte an den Gabelzinken.

Jede Belastung besitzt einen Hohlraum in Gestalt eines Parallelepipedons, durch den die Zinken passieren können. Die 6 Flächen dieses Parallelepipedons gehen den entsprechenden Zinkenflächen parallel.

Doch sind die Breite sowie die Tiefe des Hohlraums ein wenig grösser als die entsprechenden Grössen der Zinke. So ist hier stets ein Sprungfeder

* siehe. Fig. 8

notwendig, um die Belastung gegen die Zinke zu pressen. Die Sprungfeder wirkt aber nur im Sinne der Tiefe, nicht aber in dem der Breite. Daher ist anzunehmen, dass die lockere Befestigung der Belastungen an die Gabelzinken auf dem Missverhältnis zwischen der Breite des Belastungsraums und der Zinkenbreite oder auf der Schwäche der Sprungfeder beruht. Diese Annahme liess mich erstens die Zinkenbreite mit der Breite des Belastungsraums vergleichen. Die dabei gewonnenen Untersuchungsergebnisse finden sich in der folgenden Tabelle angeordnet.

Fabrik	Nummer	C'		C		A	
		Zinken- breite	Breite d. Belas- tungs- raums	Zinken- breite	Breite d. Belas- tungs- raums	Zinken- breite	Breite d. Belas- tungs- raums
Dosaka	1	4.1	4.3	5.0	5.2	5.1	5.4
	1	4.2	4.3	5.1	5.4	5.1	5.5
	2	4.2	4.4	5.1	5.3	5.1	5.4
	2	4.2	4.5	5.1	5.4	5.1	5.4
	3	3.9	4.3				
	3	4.0	4.3				
Deutschland	1	4.2	4.4	5.1	5.6	5.1	5.4
	1	4.1	4.4	5.1	5.5	5.1	5.5
	2	4.1	4.4	5.1	5.6	5.0	5.4
	2	4.1	4.4	5.1	5.6	5.1	5.4
	3	4.2	4.4	5.1	5.6		
	3	4.2	4.5	5.1	5.5		
Nagashima	1	4.2	4.6	5.2	5.4	6.2	6.4
	1	4.2	4.6	5.2	5.4	6.1	6.6
	2	4.2	4.6	5.2	5.5	6.2	6.4
	2	4.2	4.7	5.2	5.5	6.1	6.5
Shiraimatsu	1	3.9	4.2	5.1	5.3	5.1	5.4
	1	3.9	4.2	5.2	5.4	5.1	5.3
	2	3.9	4.1	5.0	5.3	5.0	5.3
	2	4.0	4.2	5.1	5.3	5.1	5.3

Fabrik	Nummer	C'		C		A	
		Zinken- breite	Breite d. Bela- stungs- raums	Zinken- breite	Breite d. Bela- stungs- raums	Zinken- breite	Breite d. Bela- stungs- raums
Shiraimatsu	3	4.0	4.3	5.1	5.4	5.1	5.4
	3	4.0	4.3	5.1	5.4	5.2	5.5
Nakamura	1	3.9	4.3	5.0	5.3	5.2	5.4
	1	4.0	4.3	5.0	5.3	5.2	5.5
	2	4.0	4.3	5.0	5.4	5.2	5.4
	2	4.0	4.3	5.0	5.5	5.2	5.4
Miyake	1	4.2	4.4	4.9	5.3	5.1	5.4
	1	4.2	4.4	5.0	5.3	5.1	5.4
	2	4.1	4.4	4.9	5.2	5.0	5.3
	2	4.2	4.3	4.9	5.2	5.0	5.3

Aus der Tabelle geht hervor, dass der Grad des Missverhältnisses zwischen der Zinkenbreite und der Breite des Belastungsraums bei den geräuschlosen Stimmgabeln fast derselbe wie bei denen mit Geräusch ist.

2) Über die Reibungswiderstände zwischen den Belastungen sowie Sprungfedern und den Gabelzinken.

Da die lockere Befestigung der Laufgewichte gegen die Zinken wahrscheinlich von der Schwäche der Sprungfeder herrühren könnte, habe ich die Grösse des Reibungswiderstandes zwischen der Belastung sowie Sprungfeder und den Zinken gemessen.

a) Methodik der Messung der Reibungswiderstandsgrösse zwischen der Belastung sowie Sprungfeder und den Zinken.

Ich liess eine an der Belastung befestigte Schnur der horizontal gelegten Stimmgabel, deren breitere Zinkenfläche horizontal war, über eine Rolle gehen, befestigte an ihrem freien Ende eine Wagschale, deren Gewicht 48g betrug, und legte auf diese solange Gewichte, bis dadurch die Belastung sowie die Sprungfeder eben noch in Bewegung gesetzt wurden oder;

wenn angestossen, sich gleichförmig weiter bewegten.

b) Untersuchungsergebnisse.

Ich habe die verschiedene Werte der Reibungswiderstände unter Berücksichtigung des Gewichts der Wagschale im c.g. s-System in folgender Tabelle wiedergegeben.

Fabsik	Nummer	C'		C		A	
		g	g	g	g	g	g
Deutschland	1	6442.6	5882.1	4992.9	5722.3	8722.2	6772.6
	2	7533.3	7677.1	5223.3	5772.9	7503.0	6777.0
	3	5582.2	5943.2	5223.0	6013.4		
Dosaka	1	783.5	3982.0	4803.0	5233.3	933.0	244.5
	2	552.5	1220.4	2881.1	2903.3	2890.4	649.0
	3	5592.4	6774.5				
Nakamura	1	1889.0	1533.3	5999.0	6124.2	4789.0	5229.5
	2	6332.4	5534.4	433.3	1339.9	2098.0	2692.2
Miyake	1	1993.0	4022.2	220.9	839.5	5225.0	5722.2
	2	2838.2	4630.4	5932.0	6098.0	990.2	2517.9
Nagashima	1	6732.5	5844.2	7233.0	5822.0	5933.5	6773.0
	2	5522.5	5985.5	6633.0	6722.0	6235.5	6992.4
Shiraimatsu	1	255.1	287.0	5982.0	5772.2	4612.0	2912.4
	2	6322.0	5972.4	2992.0	6335.5	5335.6	5452.3
	3	6233.2	5982.4	6032.5	5998.0	6022.0	7032.9

Kritisches.

Die Werte des Reibungswiderstandes zwischen den Belastungen sowie Sprungfedern und den Gabelzinken scheinen bei den Stimmgabeln mit Geräusch viel kleiner als die bei den geräuschlosen zu sein. Es zeigte

nämlich der Reibungswiderstand zwischen der Belastung sowie Sprungfeder und einer Zinke bei einer Stimmgabel mit Geräusch verschiedene Werte zwischen dem Maximalwert 2992,0g und dem Minimalwert 220,9g, während er bei den geräuschlosen Gabeln verschiedene Werte über 4789,0g aufwies. Was das Verhältnis zwischen Zeitdauer der Geräusche und der Grösse des Reibungswiderstandes anbetrifft, so scheint nach der Tabelle zu gelten, dass die Zeitdauer der Geräusche um so länger ausfällt, je kleiner der Reibungswiderstand ist.

Schluss.

1) Ich konnte deutliche Geräusch unter zwei und vierzig belasteten Gabeln an 15 (35,7%) in den Anfangsstadien ihrer Schwingungen konstatieren.

2) Die Zeitdauer der Geräusche schwankte zwischen 0,019 und 0,868 Sekunde.

3) Diese Geräusche sind nicht auf den Grade des Missverhältnisses zwischen der Zinkenbreite und der Breite des Belastungsraums zurückzuführen, sondern auf die Grösse des Reibungswiderstandes zwischen den Belastungen sowie Sprungfedern und den Zinkenoberflächen. Das Geräusch tritt auf, wenn der Reibungswiderstand kleiner als 2992,0g ist.