Übungsarbeit

über

Lissajuosche Figuren

von

Wolfgang Renner

am

23.6.1980

an Dietrich Praktik abgegeben

Inhaltsverzeichnis

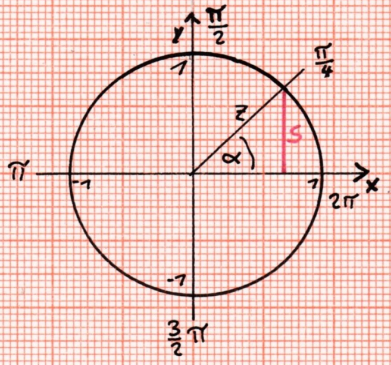
Seite 1	Einleitung
Seite 2	Sinuskurve
Seite 3-5	Versuchsbeschreibung
Seite 6-11	Darstellung der Liss. Figuren mit dem Oszilographen
Seite 12	Federpendeloptik
Seite 13	Beschreibung der Berechnungen der Liss. Figuren
Seite 14-25	Rechnerisch-graphische Darstellung der Liss. Figuren
Seite 26	Eichung eines Sinusgenerators

Lissajousche Figuren

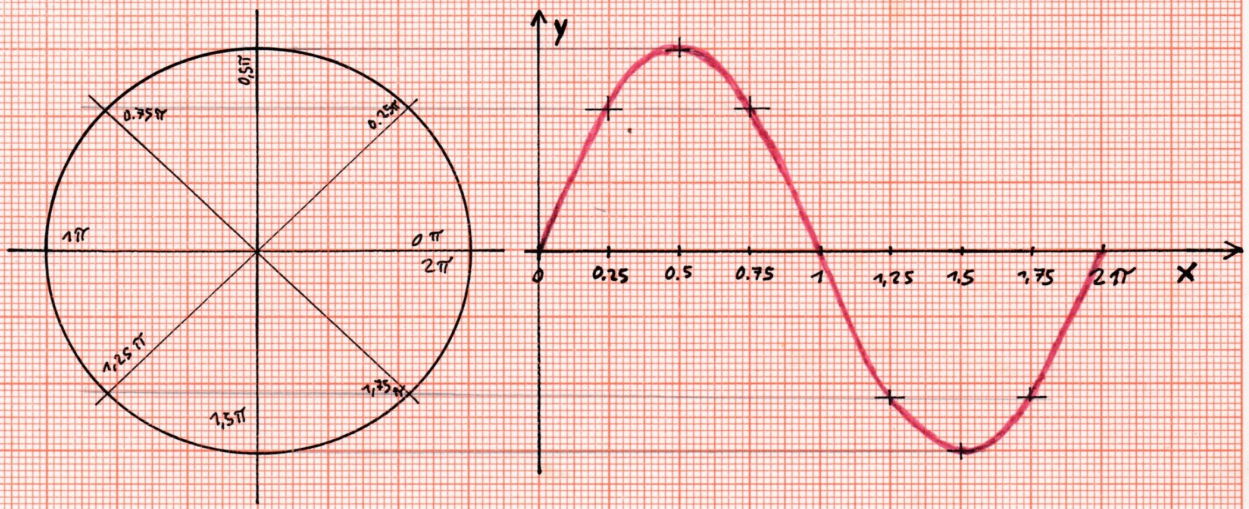
Lissajousche Figuren (nach dem französischen Physiker Lissajous * 1822 + 1880) sind Bahnkurven die entstehen, wenn man zwei Sinusschwingungen rechtwinklig überlagert. Wenn die Frequenzen der Schwingungen in einem rationalen Verhältnis zueinander stehen, entsteht ein unbewegtes Bild einer in sich geschlossenen Bahn. Die geschlossene Kurve entsteht dadurch, weil bei einem rationalem Verhältnis, (zum Beispiel 1:1, 1:2, 2:3) nach einer bestimmten Anzahl von Perioden immer wieder der bahnbeschreibende Punkt auf der vorher geschriebenen Linie bewegt. Die Bahnkurve hat für ein bestimmtes Frequenzverhältnis ein charakteristisches Bild, das sich aber unter Einfluß der Phasenlage verändert. Bei dem Verhältnis 1:1 variiert die Figur je nach Phasenlage zwischen einem Kreis und einem Schrägstrich. Wenn die beiden überlagerten Frequenzen geringfügig von dem rationalen Verhältnis abweichen fängt sich die Figur, durch die sich ständig ändernde Phasenlage, an zu bewegen. Dabei entsteht eine Hüllkurve die die Form eines Rechtecks hat. Die Kantenlängen des Rechtecks entsprechen die doppelten Amplituden der Schwingungen. Wenn beide Amplituden gleichgroß sind ist die Hüllkurve ein Quatrat.

Die Sinuslinie

Die Sinusschwingung ist eine Schwingung deren Amplitude sich mit der Zeit in Form einer Sinuslinie ändert. Die Sinuslinie entsteht wenn man die Sinusfunktion in einem Koordinatensystem wiedergibt.



Die Sinusfunktion ist eine Kreisfunktion. Sie ist das Verhältnis der Strecke s zu dem Kreisradius. Die Variable der Funktion ist der Winkel α. Die Strecke s ist der kürzeste Abstand zwischen dem Schnittpunkt des freien Schenkels z mit dem Kreis und der x Achse. Der Winkel wird ausgedrückt in dem Verhältnis Umfang/Radius. 360° ^= 2π



Einfache Konstruktion einer Sinuslinie.
Auf der X-Achse ist der Winkel als Variable aufgetragen. Die y-Werte sind die dazugehörigen Funktionswerte.

-2-

Versuchsaufbau:

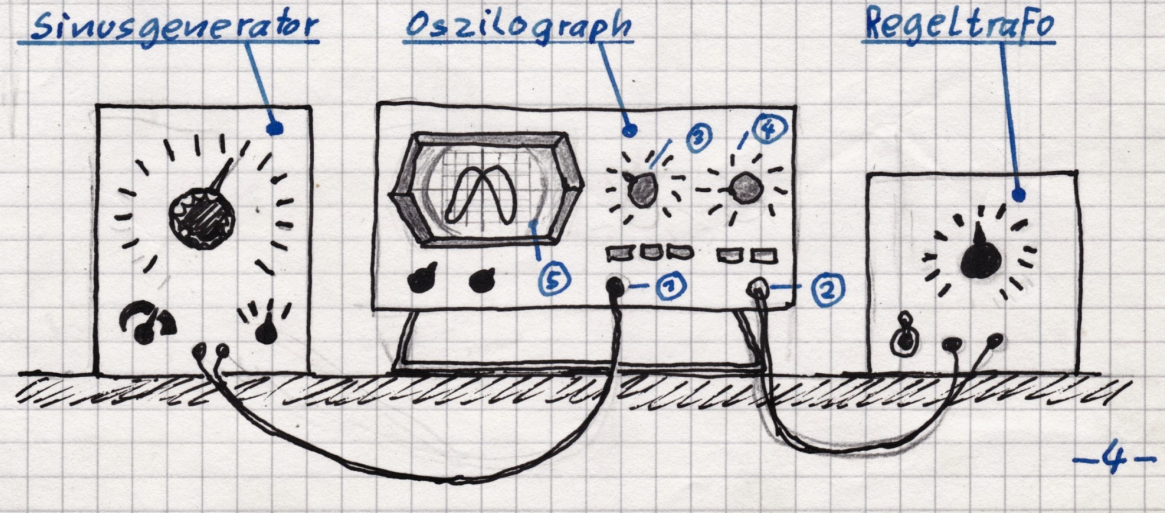
Die folgenden Versuche sind mit Hilfe eines Oszillographen durchgeführt worden. Ein Oszillograph oder auch Oszilloskop ist ein Gerät, welches elektrische Vorgänge mit Hilfe einer Kathodenstrahlröhre bildlich darstellen kann. Der Elektronenstrahl kann horizontal, in x Richtung und vertikal, in y Richtung abgelenkt werden. Normalerweise will man mit dem Oszillographen einen Spannungsverlauf in Abhängigkeit zur Zeit feststellen. Dabei wird die horizontale Ablenkung von einem Sägezahngenerator übernommen, durch den der Strahl in einer definierten Geschwindigkeit von links nach rechts über den Bildschirm wandert. Die vertikale Ablenkung wird über einen Verstärker vorgenommen, dessen Eingang nach außen führt und den eigentlichen Eingang des Oszillographen darstellt. Auf diesen Eingang legt man die zu messende Spannung.

Um Lissajousche Figuren darzustellen, muß man einen Punkt sinusförmig waagerecht und senkrecht schwingen lassen. Dies läßt sich sehr gut mit Hilfe eines

-3-

Oszillographen machen. Man muß nur auf die Vertikale- und Horizontale Ablenkung eine sinusförmige Spannung geben. Man gibt dazu der Einfachheit halber auf den X-Eingang eine herabtransformierte Netzspannung. Und auf den y-Eingang gibt man eine in der Frequenz veränderliche Wechselspannung eines Sinusgenerators. Dann regele man noch die Spannungen beider Eingänge so das die Amplitude der x- und der y Achse gleichgroß, dies ist zwar nicht notwendig gibt aber das beste Bild. Wenn man jetzt die Frequenz des Sinusgenerators verändert, wird man feststellen das bei bestimmten Frequenzen ein stehendes Bild entsteht.

① Y-Eingang
② X-Eingang
③ - Empfindlichkeits-Schalter
④ - Zeit-Schalter
⑤ Bildschirm



-4-

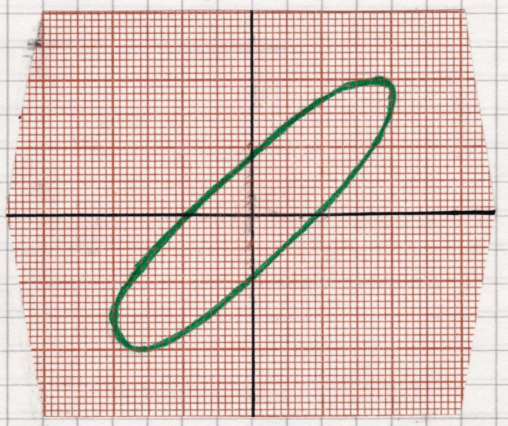
Ein stehendes Bild einer in sich geschlossenen Bahn kurve entsteht bei bestimmten Frequenzen. Diese Frequenzen die man an dem Sinusgenerator einstellt, zum Beispiel 50; $66\frac{2}{3}$; 75, 100; 150... Hertz stehn immer in einem rationalen, das heißt als Bruch darzustellendem Verhältnis. Zum Beispiel $\frac{1}{1}$; $\frac{1}{1}$; $\frac{3}{1}$; $\frac{3}{2}$; $\frac{4}{3}$.

Wenn er man die Frequenz so einstellt, daß das Bild unbewegt steht, ist ein genau rationales Verhältnis zwischen horizontaler Frequenz (50 Hertz) und vertikaler (variabel) Frequenz der Schwingungen vorhanden. Verstellt man die Frequenz ganz geringfügig über oder unter die genau rationalen Frequenzen, fängt sich das Bild an zu bewegen. Man hat den Eindruck die Bahnkurve ist dreidimensionales Ring der sich um eine Achse dreht.
Dieser Effekt entsteht durch die sich ständig ändernde Phasenlage, bei nicht ganz rationalem Verhältnis der Frequenz. Mit der Phasenlage bezeichnet man das zeitliche Verhältnis zweier Schwingungen.

-5-

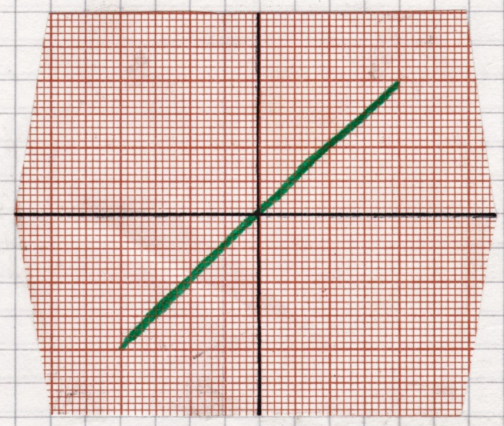
Versuch:

Die folgenden Bilder entstanden durch Abzeichnen (Durchpausen) des Oszillographen-Bildes. Es wurden jeweils drei Bilder für jede Untersuchte Frequenz gemacht, um die Verschiedenen Bilder die je nach Phasenlage entstanden darzustellen.



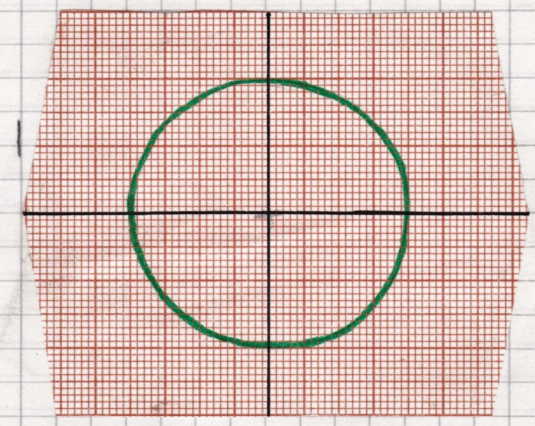
Frequenz x = 50 Hertz
Frequenz y = 50 Hertz

Amplidude x,y = 2 cm
Phasenlage ?.



Frequenz x = 50 Hertz
Frequenz y = 50 Hertz

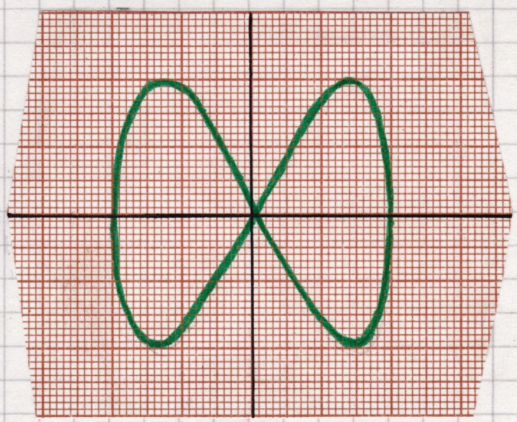
Amplidude x,y = 2 cm



Frequenz x = 50 Hertz
Frequenz y = 50 Hertz

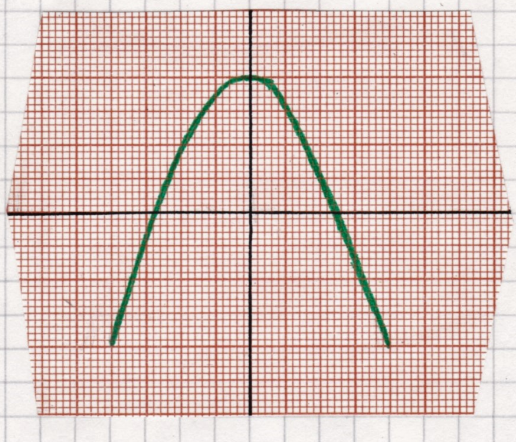
Amplidude x,y = 2 cm

-6-



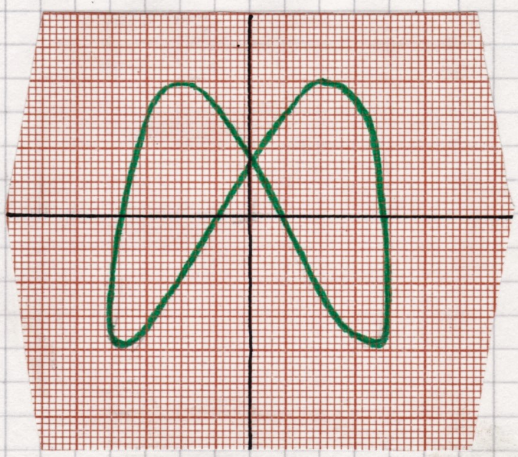
Frequenz x = 50 Hertz
Frequenz y = 100 Hertz

Amplidueden = 2 cm



Frequenz x = 50 Hertz
Frequenz y = 100 Hertz

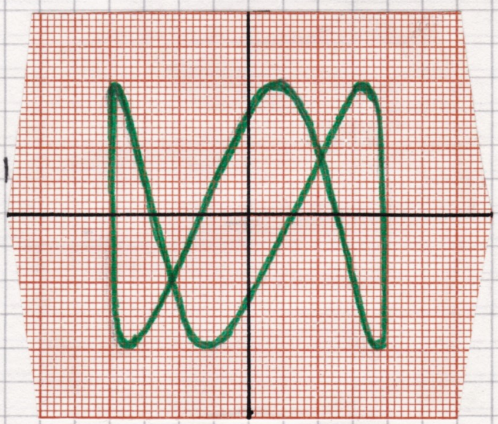
Amplidude = 2 cm



Frequenz x = 50 Hertz
Frequenz y = 100 Hertz

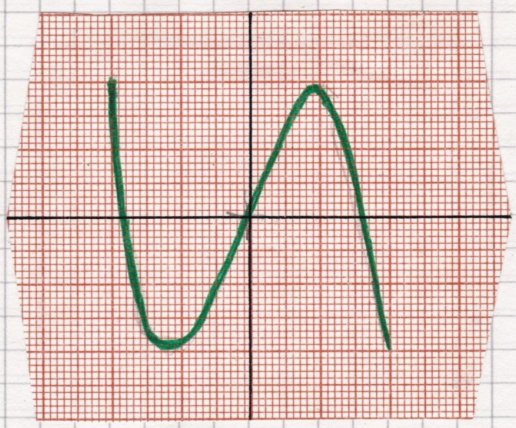
Amplidude = 2 cm

-7-



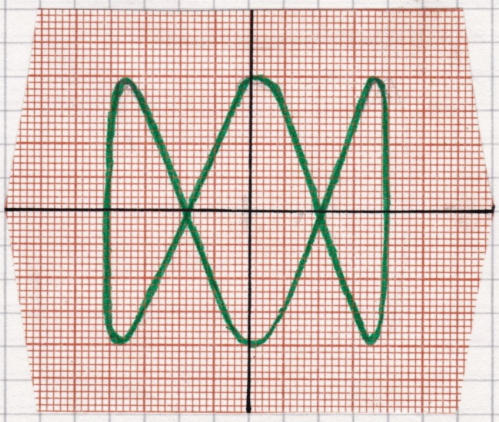
Frequenz x = 50 Hertz
Frequenz y = 150 Hertz

Amplituden = 2 cm



Frequenz x = 50 Hertz
Frequenz y = 150 Hertz

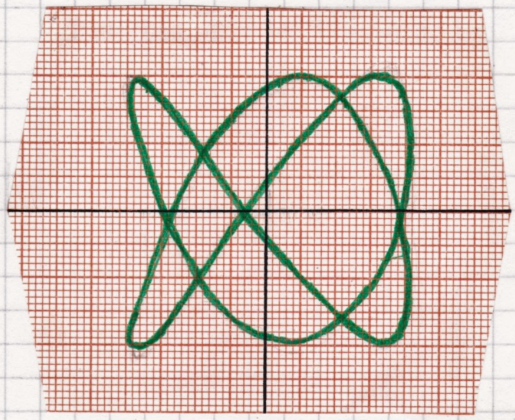
Amplituden = 2 cm



Frequenz x = 50 Hertz
Frequenz y = 150 Hertz

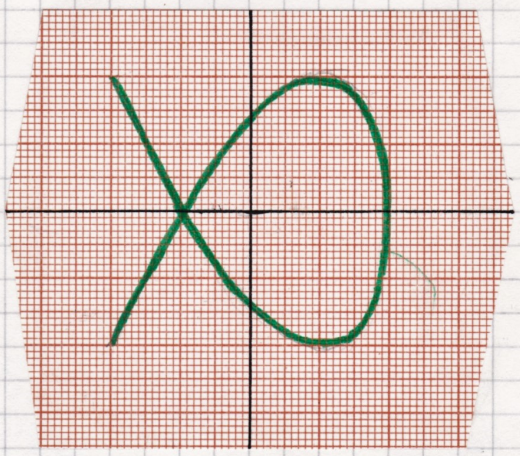
Amplituden = 2 cm

-8-



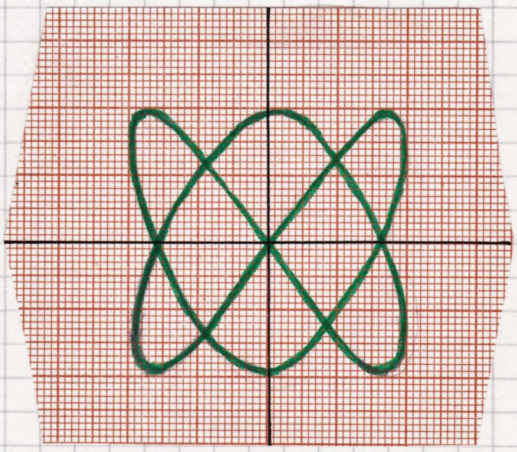
Frequenz x = 50 Hertz
Frequenz y = 75 Hertz

Amplituden 2cm



Frequenz x = 50 Hertz
Frequenz y = 75 Hertz

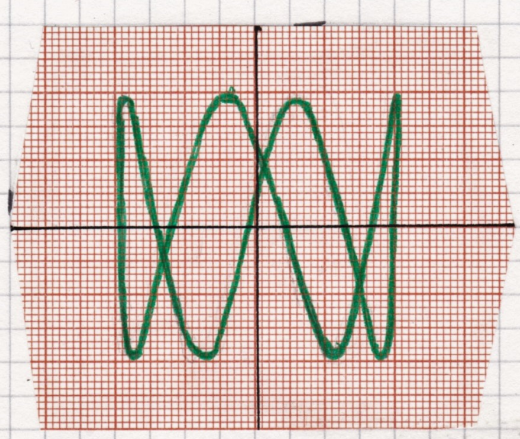
Amplituden 2cm



Frequenz x = 50 Hertz
Frequenz y = 75 Hertz

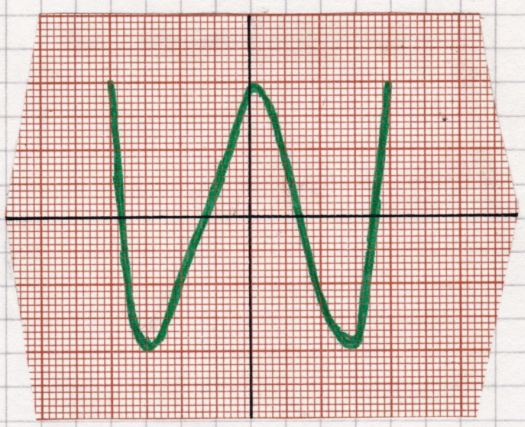
Amplituden 2cm

-9-



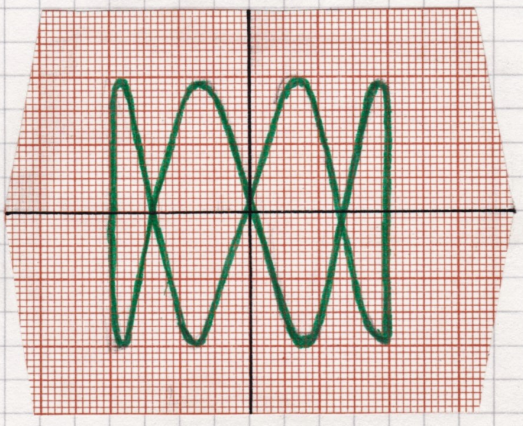
Frequenz X = 50 Hertz
Frequenz y = 200 Hertz

Amplitude 2cm



Frequenz X = 50 Hertz
Frequenz y = 200 Hertz

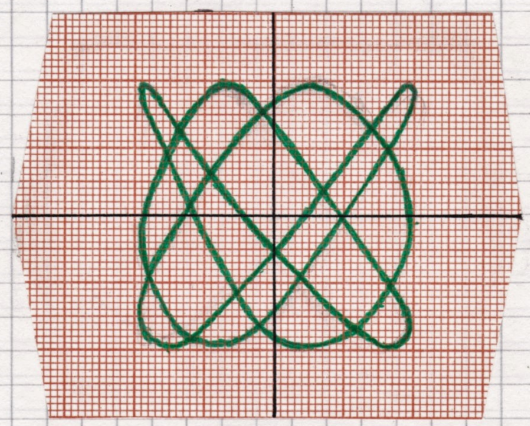
Amplitude 2cm



Frequenz X = 50 Hertz
Frequenz y = 200 Hertz

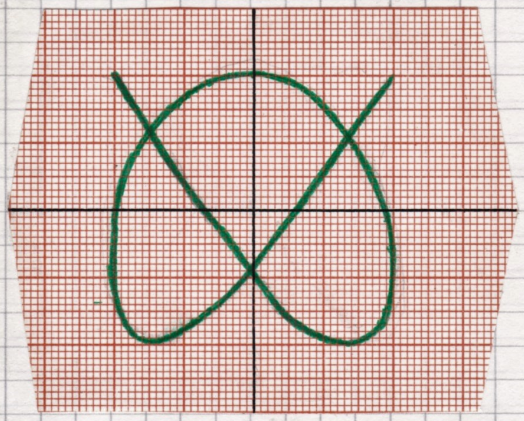
Amplitude 2cm

-10-



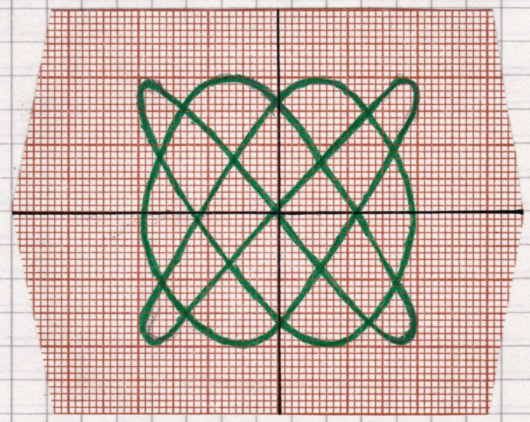
Frequenz x = 50 Hertz
Frequenz y = 66 $\frac{2}{3}$ Hertz

Amplituden 2 cm



Frequenz x = 50 Hertz
Frequenz y = 66 $\frac{2}{3}$ Hertz

Amplituden 2cm



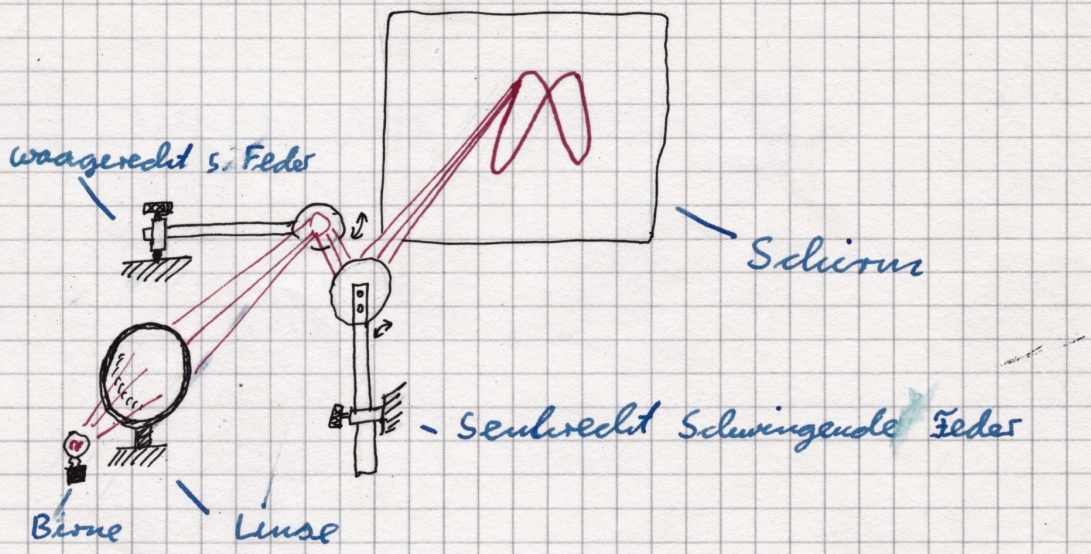
Frequenz x 50 Hertz
Frequenz y = 66 $\frac{2}{3}$ Hertz

Amplituden 2 cm

-11-

Blattfederoptik

Eine weitere Möglichkeit zur Erzeugung von Lissajousschen Figuren ist folgende. Man nimmt zwei Blattfedern an deren Enden ein Spiegel angebracht ist. Diese Blattfedern spannt man so ein, daß ihre Längsachsen senkrecht zueinander stehen. Und die Enden mit den Spiegeln müssen frei schwingen können. Jetzt muß man eine Optik aufstellen durch die ein Lichtstrahl auf die Spiegel fällt, der durch die Schwingung der Blattfedern Abgelenkt wird. Am geeignetesten ist ein Laserstrahl, man kann das Licht aber auch optisch bündeln.



Diese Methode hat den Nachteil das man nur kleine Verhältnisse einstellen kann. (Bis etwa 1:4) und die Schwingung nur kurz anhält. (Starke Dämpfung) Das Einjustieren der Blattfedern auf die verschiedenen Frequenzen und die optische ausrichtung ist auch ziemlich schwierig.

-12-

Die auf den nachfolgenden Seiten wieder gegebenen Lissajouschen Figuren entstanden durch eine mathematische Errechnung der Sinusschwingungen und der grafischen Darstellung der errechneten Werte.
Es werden jeweils zwei Sinusschwingungen errechnet, die in deren Frequenzen einem rationalem Verhältnis zueinander stehen. Von jedem Frequenzverhältnis werden noch zusätzlich zwei Schwingungsgrößen ? errechnet, bei denen eine Phasenverschiebung vorliegt. Von den so entstandenen Sinusschwingungen wurde zuerst drei Skizzen gemacht in den sie in ein Diagramm eingezeichnet werden bei dem die y-Achse die Amplitude darstellt und die x-Achse die Zeit. An den Skizzen kann man Phasenlage und Frequenzverhältnis erkennen. Die aus den gegebenen Funktionen errechneten Werte wurden in die Wertetabellen eingetragen. Und in ein Koordinaten-System werden diese Werte dann eingetragen und ergeben die Lissajouschen Figuren. Es werden folgende Frequenzverhältnisse bearbeitet: 1:1 / 1:2 / 1:3 / 1:4 / 2:3 / 3:4 . Ausserdem wurden noch jeweils die Figuren berechnet bei denen die höhere Frequenz um 45° und 90° Phasenverschoben ist.

-13-

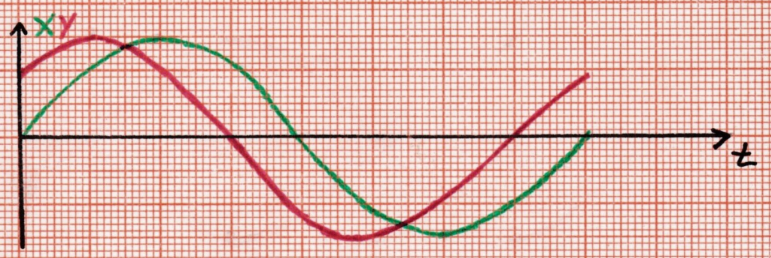
Die Frequenz der vertikalen Schwingung y und horizontalen Schwingung x ist gleich

Figur ①

$X = \sin \omega t$

$Y = \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right)$

Y eilt x eine achtel Periode voraus

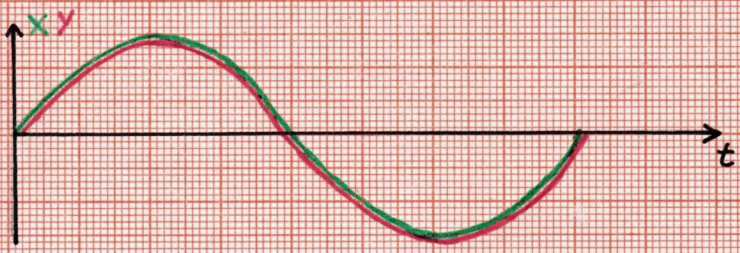


Figur ②

$x = \sin \omega t$

$y = \sin \omega t$

y und x sind Phasengleich

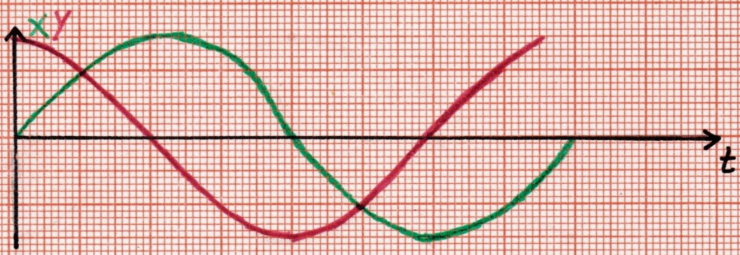


Figur ③

$X = \sin \omega t$

$Y = \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$

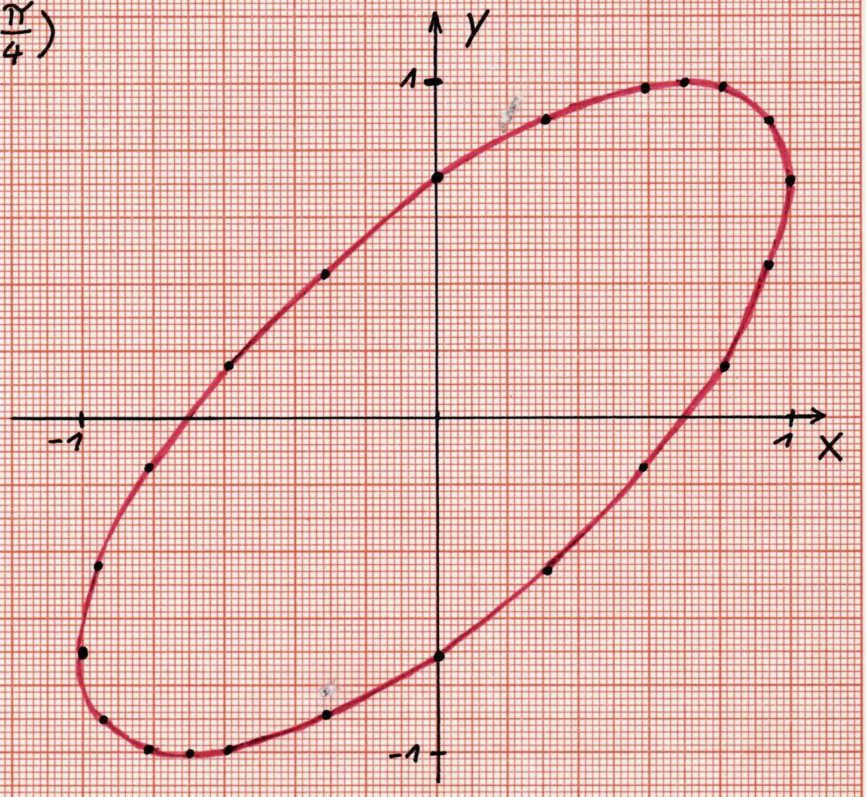
Y eilt x eine viertel Periode voraus



① $X = \sin \omega t$

$Y = \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right)$

t	x	y
0	0	0.71
0.05	0.31	0.89
0.1	0.59	0.99
0.15	0.81	0.98
0.2	0.95	0.89
0.25	1	0.71
0.3	0.95	0.45
0.35	0.81	0.16
0.4	0.59	-0.16
0.45	0.31	-0.45
0.5	0	-0.71
0.55	-0.31	-0.89
0.6	-0.59	-0.99
0.65	-0.81	-0.99
0.7	-0.95	-0.89
0.75	-1	-0.71
0.8	-0.95	-0.45
0.85	-0.81	-0.16
0.9	-0.58	+0.16
0.95	-0.31	0.45
1.0	0	0.71

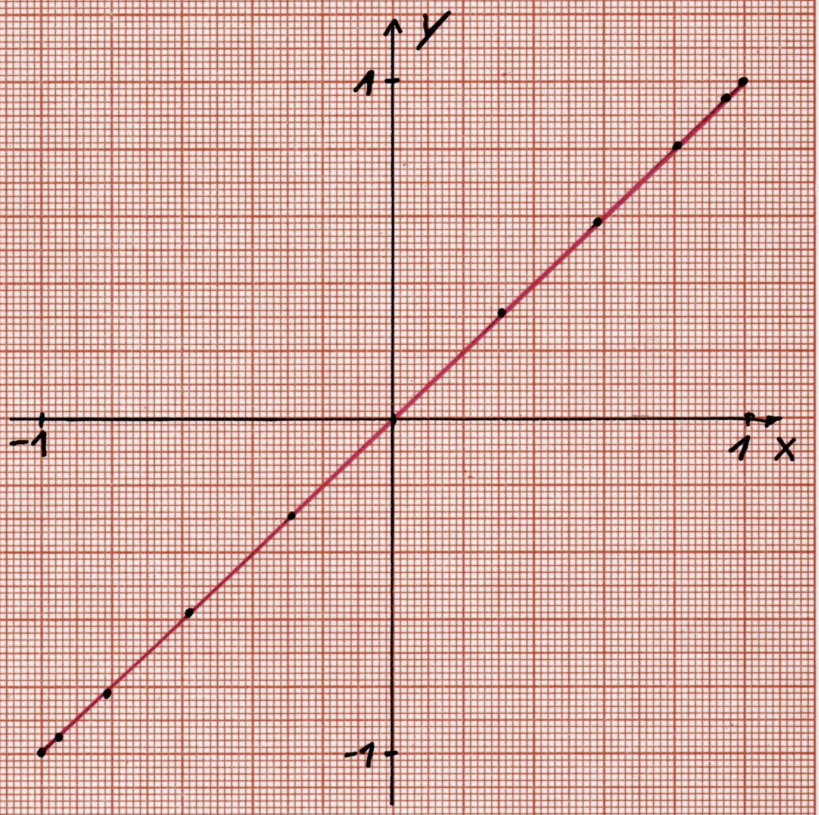


-14-

② $X = \sin \omega t$

$Y = \sin \omega t$

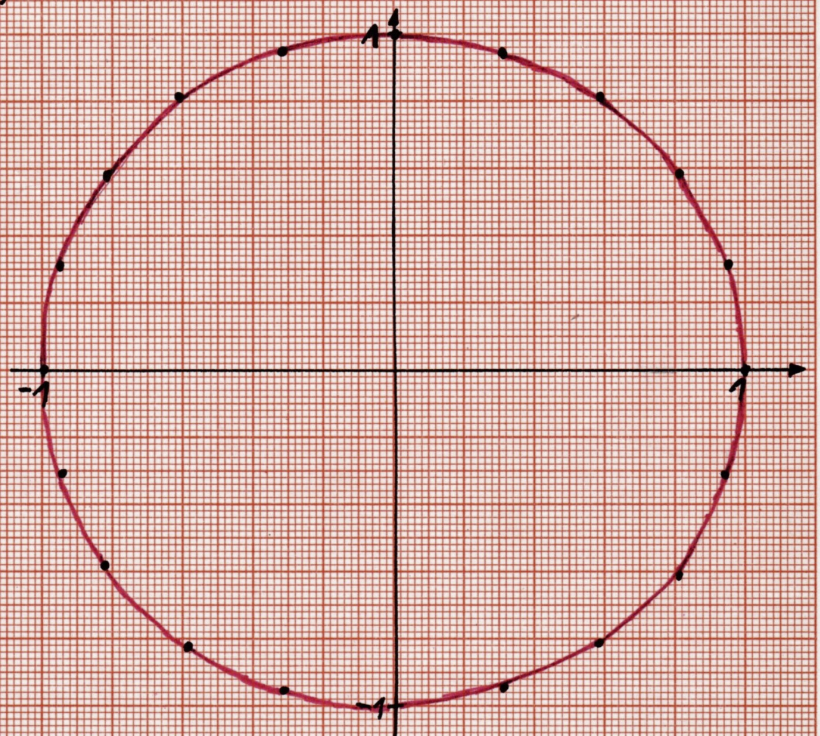
t	x	y
0	0	0
0.05	0.31	0.31
0.1	0.59	0.59
0.15	0.81	0.81
0.2	0.95	0.95
0.25	1	1
0.3	0.95	0.95
0.35	0.81	0.81
0.4	0.59	0.59
0.45	0.31	0.31
0.5	0	0
0.55	-0.31	-0.31
0.6	-0.59	-0.59
0.65	-0.81	-0.81
0.7	-0.95	-0.95
0.75	-1	-1
0.8	-0.95	-0.95
0.85	-0.81	-0,81
0.9	-0.59	-0.59
0.95	-0.31	-0.31
1	0	0



③ $X = \sin \omega t$

$Y = \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$

t	x	y
0	0	1
0.05	0.31	0.95
0.1	0.59	0.81
0.15	0.81	0.59
0.2	0.95	0.31
0.25	1	0
0.3	0.95	-0.31
0.35	0.81	-0.59
0.4	0.59	-0.81
0.45	0.31	-0.95
0.5	0	-1
0.05	-0.31	-0.95
0.6	-0.59	-0.81
0.65	-0.81	-0.59
0.7	-0.95	-0.31
0.75	-1	0
0.8	-0.95	0.31
0.85	-0.81	0.59
0.8	-0.59	0.81
0.95	-0.31	0.95
1	0	1



-15-

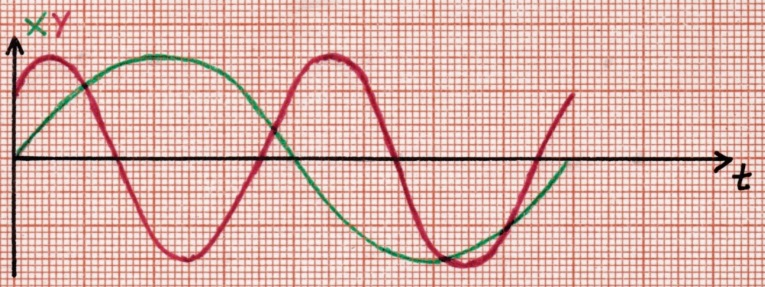
Die Frequenz der Vertikalen ist doppelt so groß wie die der horizontalen Schwingung

Figur ④

$X = \sin \omega t$

$Y = \sin(2\omega t + \frac{\pi}{4})$

y eilt x voraus

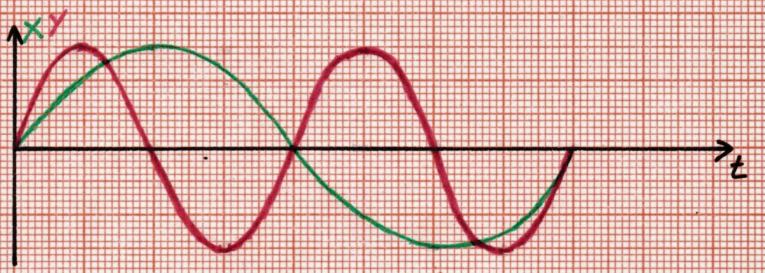


Figur ⑤

$X = \sin \omega t$

$Y = \sin 2\omega t$

y und x sind Phasengleich

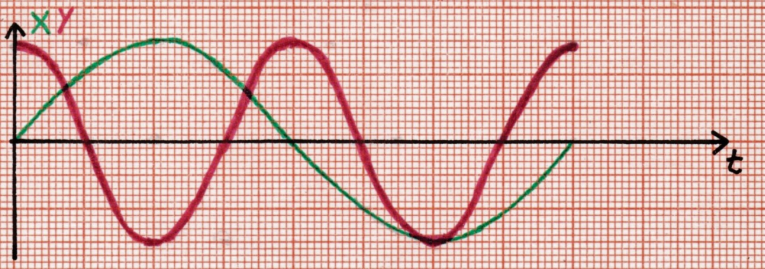


Figur ⑥

$X = \sin \omega t$

$Y = \sin(2\omega t + \frac{\pi}{2})$

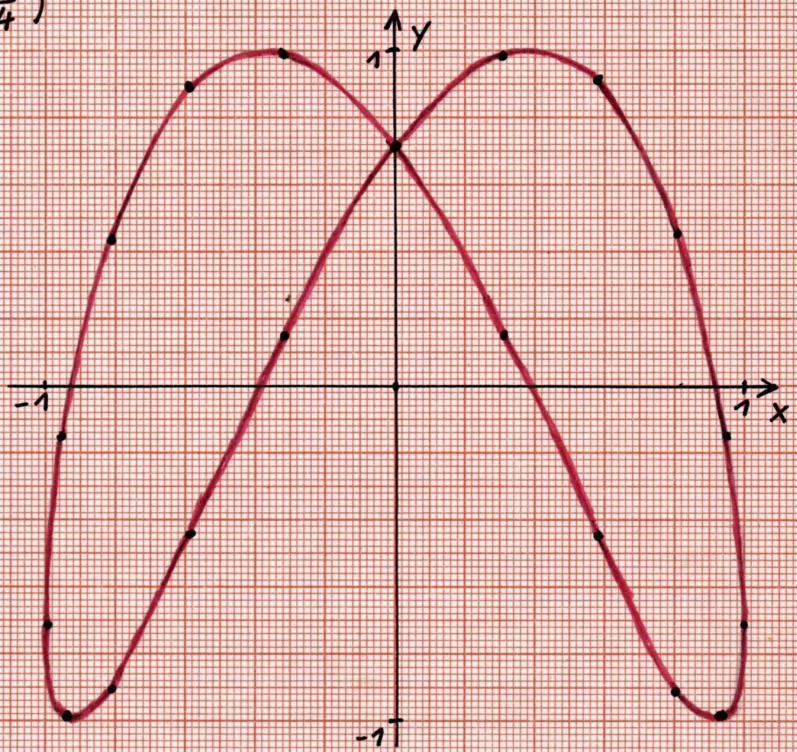
y eilt x voraus



$X = \sin \omega t$

$Y = \sin(2\omega t + \frac{\pi}{4})$

t	x	y
0	0	0.71
0.05	0.31	0.99
0.1	0.59	0.89
0.15	0.81	0.45
0.2	0.95	-0.16
0.25	1	-0.71
0.3	0.95	-0.99
0.35	0.81	-0.89
0.4	0.59	-0.45
0.45	0.31	0.16
0.5	0	0.707
0.55	-0.31	0.98
0.6	-0.59	0.89
0.65	-0.81	0.45
0.7	-0.95	-0.16
0.75	-1	-0.71
0.8	-0.95	-0.98
0.85	-0.81	-0.89
0.9	-0.59	-0.45
0.95	-0.31	0.15
1.0	0	0.71



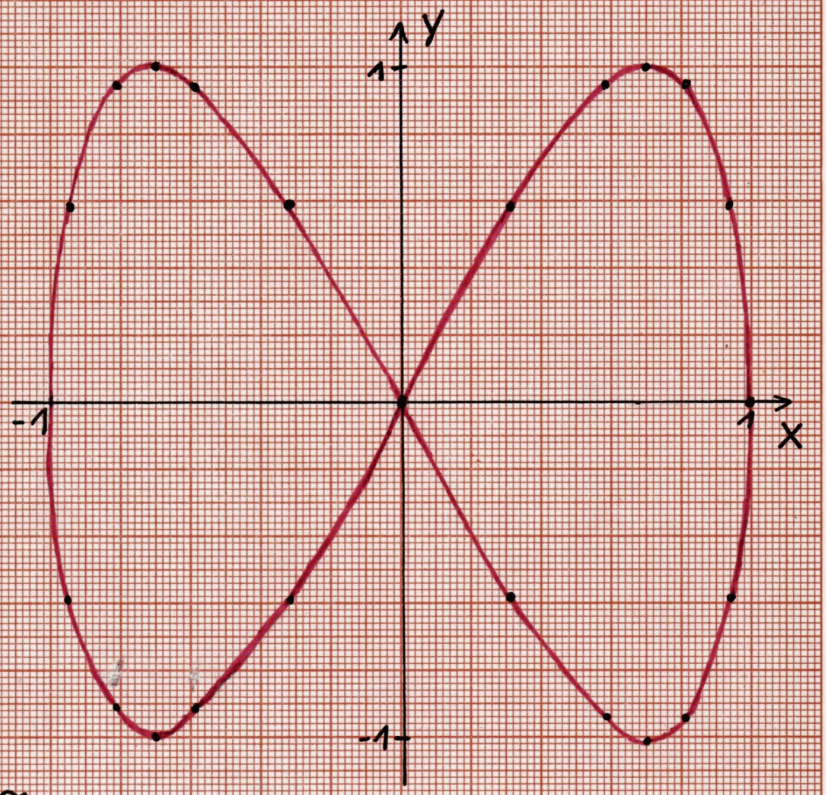
-16-

(5)

$X = \sin \omega t$

$Y = \sin 2\omega t$

t	x	y
0	0	0
0.05	0.31	0.59
0.1	0.59	0.95
0.15	0.81	0.95
0.2	0.95	0.59
0.25	1	0
0.3	0.95	-0.59
0.35	0.81	-0.95
0.4	0.59	-0.95
0.45	0.31	-0.59
0.5	0	0
0.55	-0.31	0.59
0.6	-0.59	0.95
0.65	-0.81	0.95
0.7	-0.95	0.59
0.75	-1	0
0.8	-0.95	-0.59
0.85	-0.81	-0.95
0.9	-0.59	-0.95
0.95	-0.31	-0.59
1	0	0

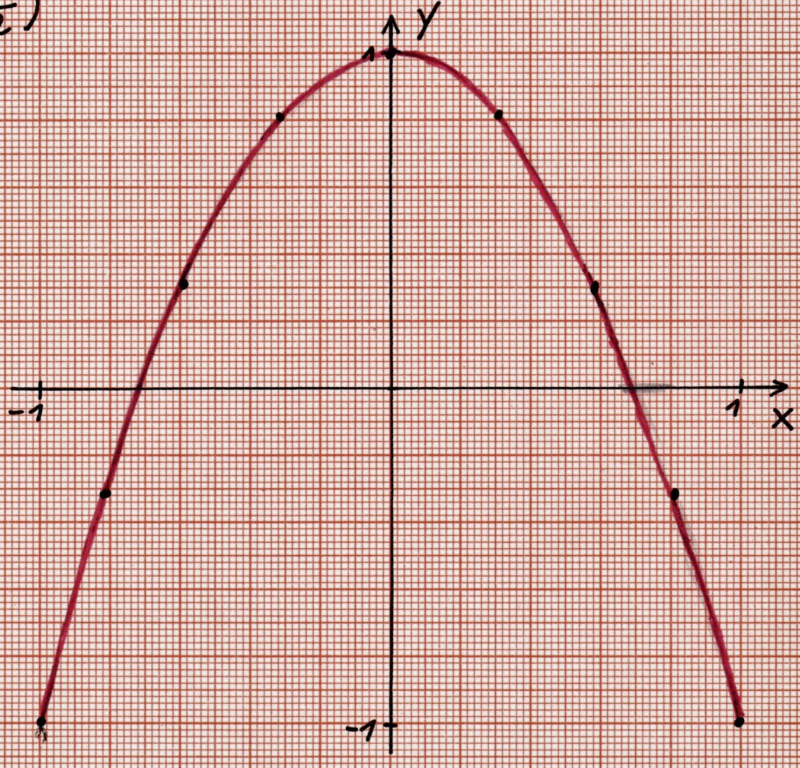


(6)

$X = \sin \omega t$

$Y = \sin\left(2\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$

t	x	y
0	0	1
0.05	0.31	0.81
0.1	0.59	0.31
0.15	0.81	-0.31
0.2	0.95	-0.81
0.25	1	-1
0.3	0.95	-0.81
0.35	0.81	-0.31
0.4	0.59	0.31
0.45	0.31	0.81
0.5	0	1
0.55	-0.31	0.81
0.6	-0.59	0.31
0.65	-0.81	-0.31
0.7	-0.95	-0.81
0.75	-1	-1
0.8	-0.95	-0.81
0.85	-0.81	-0.31
0.9	-0.59	+0.31
0.95	-0.31	0.81
1	0	1



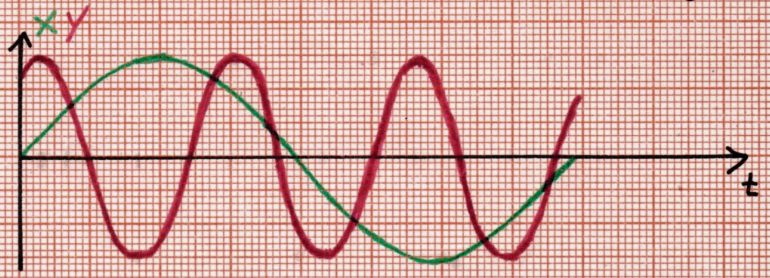
-17-

Die Frequenz der Vertikalen y ist dreimal größer als die der Horizontalen x Schwingung.

Figur ⑦

$x = \sin \omega t$

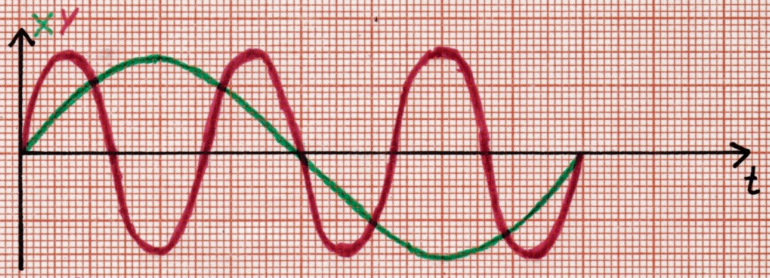
$y = \sin\left(3\omega t + \frac{\pi}{4}\right)$



Figur ⑧

$x = \sin \omega t$

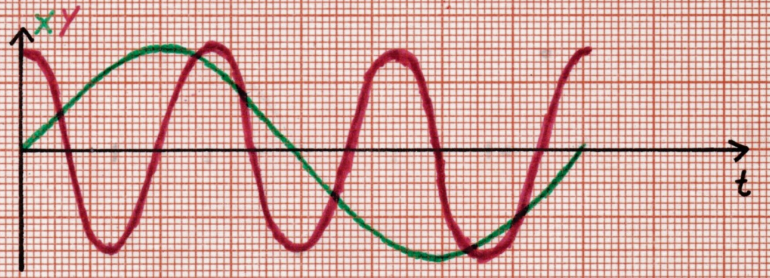
$y = \sin(3\omega t)$



Figur ⑨

$x = \sin \omega t$

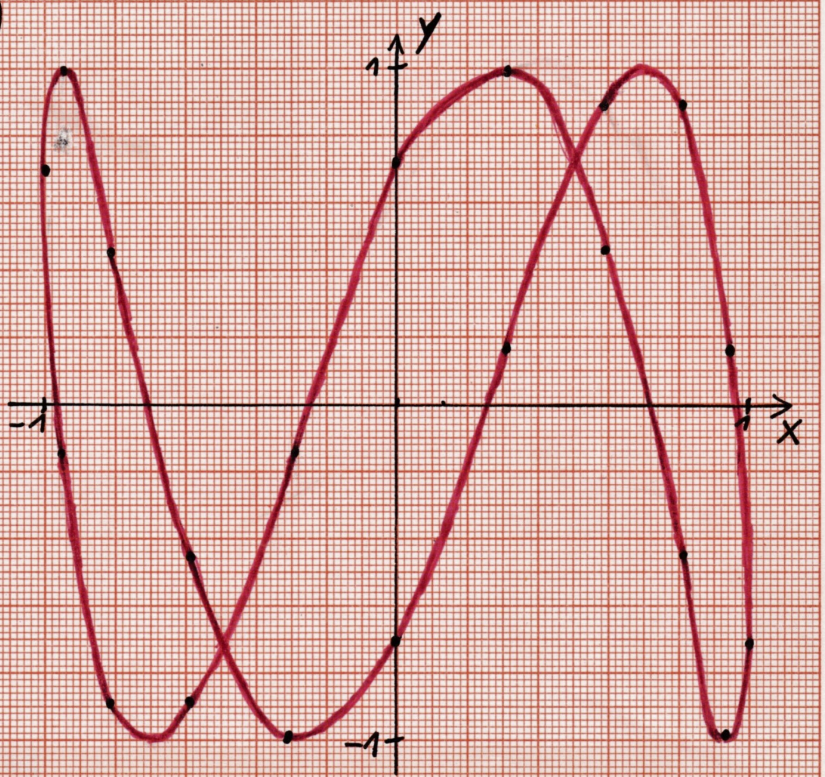
$y = \sin\left(3\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$



⑦ $x = \sin \omega t$

$y = \sin\left(3\omega t + \frac{\pi}{4}\right)$

t	x	y
0	0	0.71
0.05	0.31	0.99
0.1	0.59	0.45
0.15	0.81	-0.45
0.2	0.95	-0.99
0.25	1	-0.71
0.3	0.95	0.16
0.35	0.81	0.89
0.4	0.59	0.89
0.45	0.31	0.16
0.5	0	-0.71
0.55	-0.31	-0.99
0.6	-0.59	-0.45
0.65	-0.81	0.45
0.7	-0.97	0.98
0.75	-1	0.71
0.8	-0.95	-0.16
0.85	-0.81	-0.89
0.9	-0.59	-0.89
0.95	-0.31	-0.16
1	0	0.71

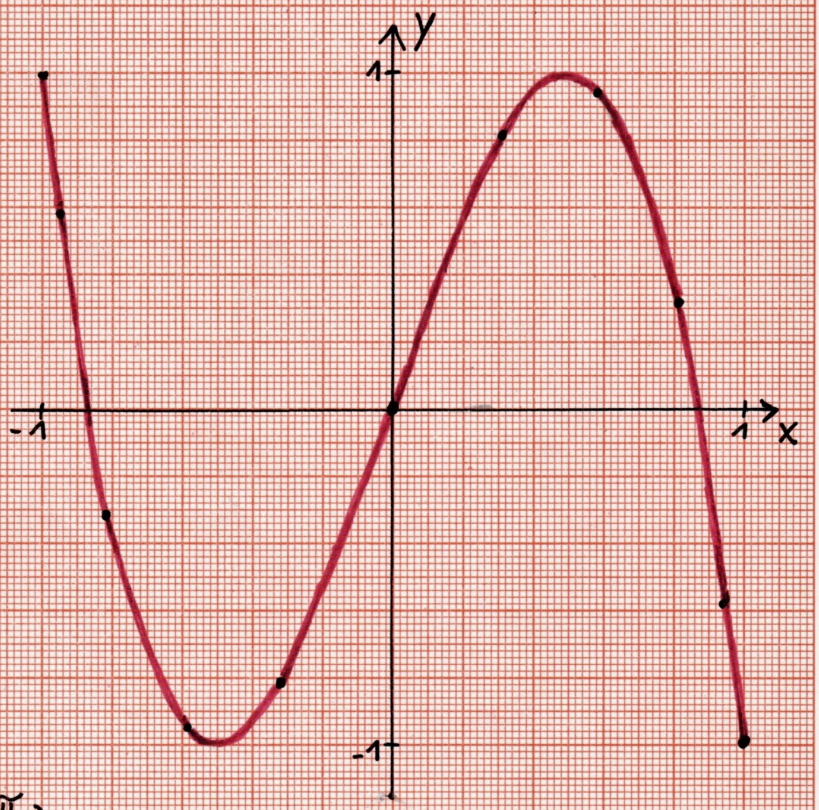


-18-

(8) $X = \sin \omega t$

$y = \sin 3\omega t$

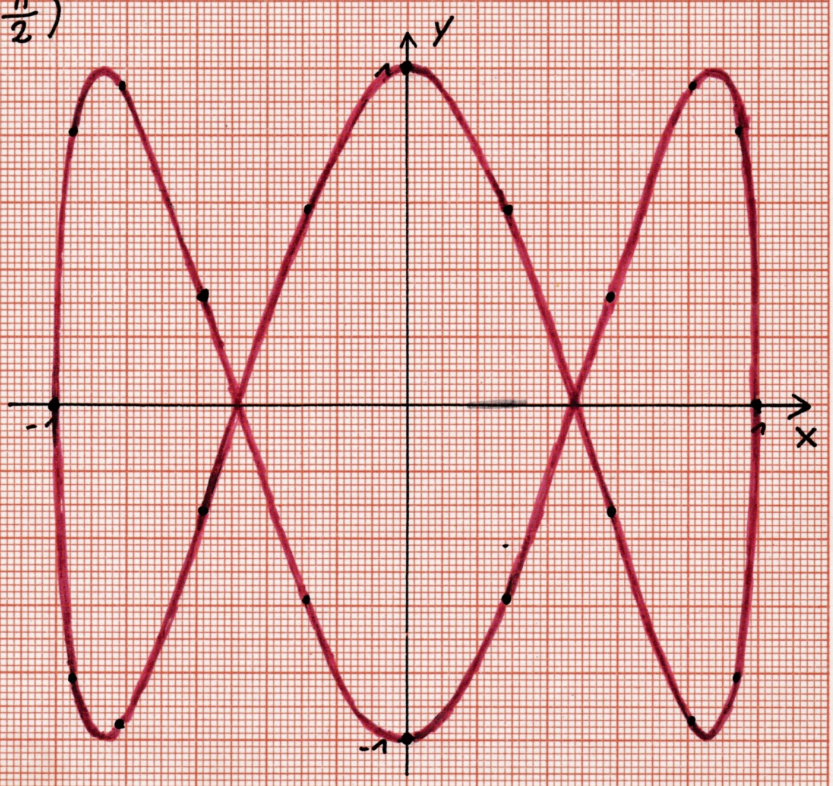
t	x	y
0	0	0
0.05	0.31	0.81
0.1	0.59	0.95
0.15	0.18	0.31
0.2	0.95	-0.59
0.25	1	-1
0.3	0.95	-0.59
0.35	0.81	0.31
0.4	0.56	0.95
0.35	0.31	0.81
0.5	0	0
0.55	-0.31	-0.81
0.6	-0.56	-0.95
0.65	-0.81	-0.31
0.7	-0.95	0.58
0.75	-1	1
0.8	-0.95	0.58
0.85	-0.81	-0.31
0.9	-0.59	-0.95
0.95	-0.31	-0.81
1	0	0



(9) $X = \sin \omega t$

$y = \sin\left(3\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$

t	x	y
0	0	1
0.05	0.31	0.59
0.1	0.59	-0.31
0.15	0.81	-0.95
0.2	0.95	-0.81
0.25	1	0
0.3	0.95	0.81
0.35	0.81	0.95
0.4	0.59	0.31
0.45	0.31	-0.59
0.5	0	-1
0.55	-0.31	-0.59
0.6	-0.59	0.31
0.65	-0.81	0.95
0.7	-0.95	0.81
0.75	-1	0
0.8	-0.95	-0.81
0.85	-0.81	-0.95
0.9	-0.59	-0.31
0.95	-0.31	0.59
1	0	1



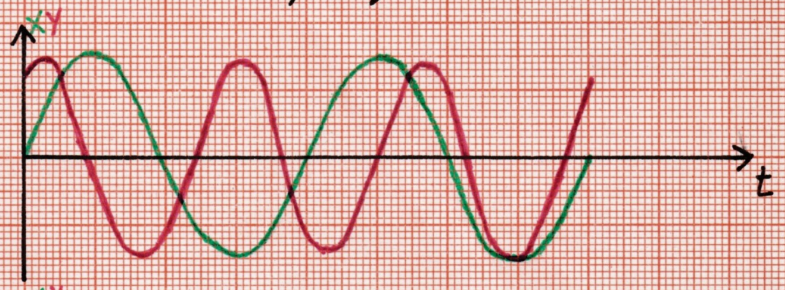
-19-

Die Frequenz der Vertikalen ist 3/2 größer als die des Horizontalen Schwingung.

Figur (10)

$x = \sin 2\omega t$

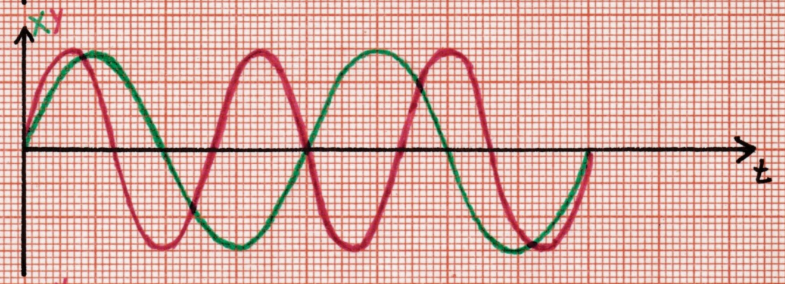
$y = \sin(3\omega t + \frac{\pi}{4})$



Figur (11)

$X = \sin 2\omega t$

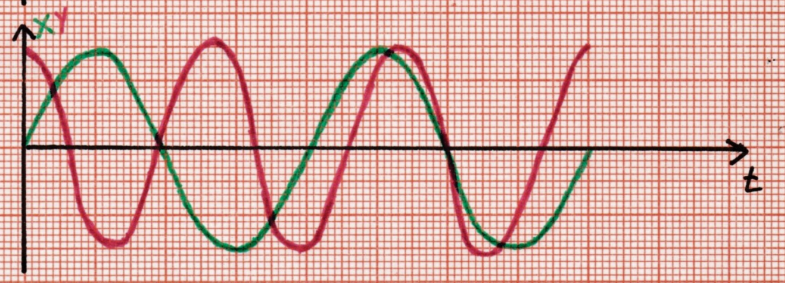
$y = \sin 3\omega t$



Figur (12)

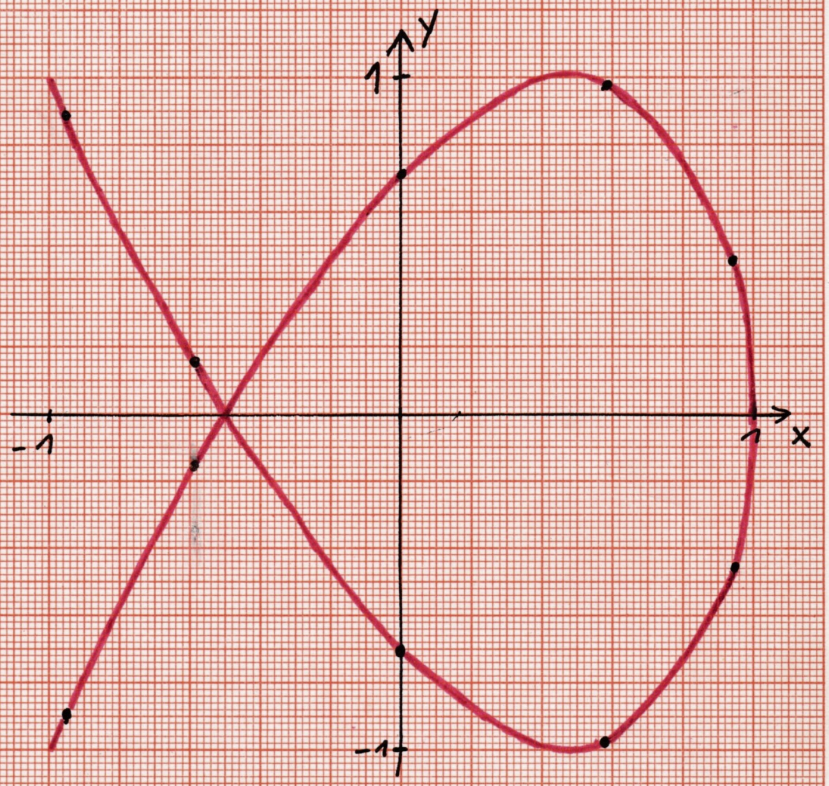
$X = \sin 2\omega t$

$y = \sin(3\omega t + \frac{\pi}{2})$



(10)

t	X	Y
0	0.00	0.71
0.05	0.59	0.99
0.1	0.95	0.45
0.15	0.95	-0.45
0.2	0.59	-0.99
0.25	0	-0.71
0.3	-0.59	0.16
0.35	-0.95	0.89
0.4	-0.95	0.89
0.45	-0.59	0.16
0.5	0	-0.71
0.55	0.59	-0.99
0.6	0.95	-0.45
0.65	0.95	0.45
0.7	0.59	0.99
0.75	0	0.71
0.8	-0.99	-0.16
0.85	-0.95	-0.89
0.9	-0.95	-0.89
0.95	-0.59	-0.16
1.00	0	0.71

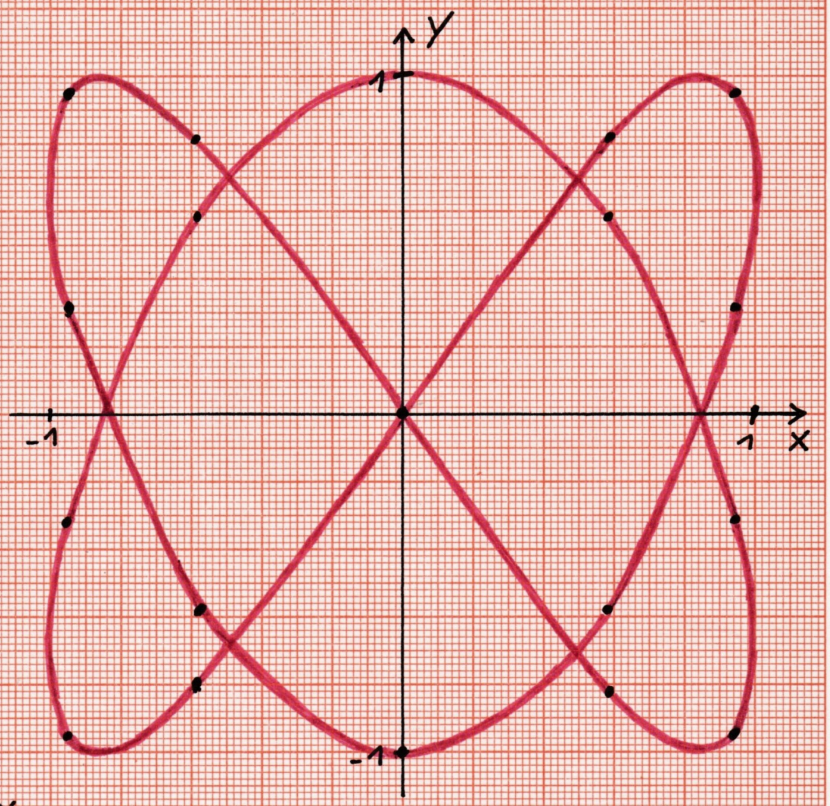


-20-

(11) $X = \sin 2\omega t$

$Y = \sin 3\omega t$

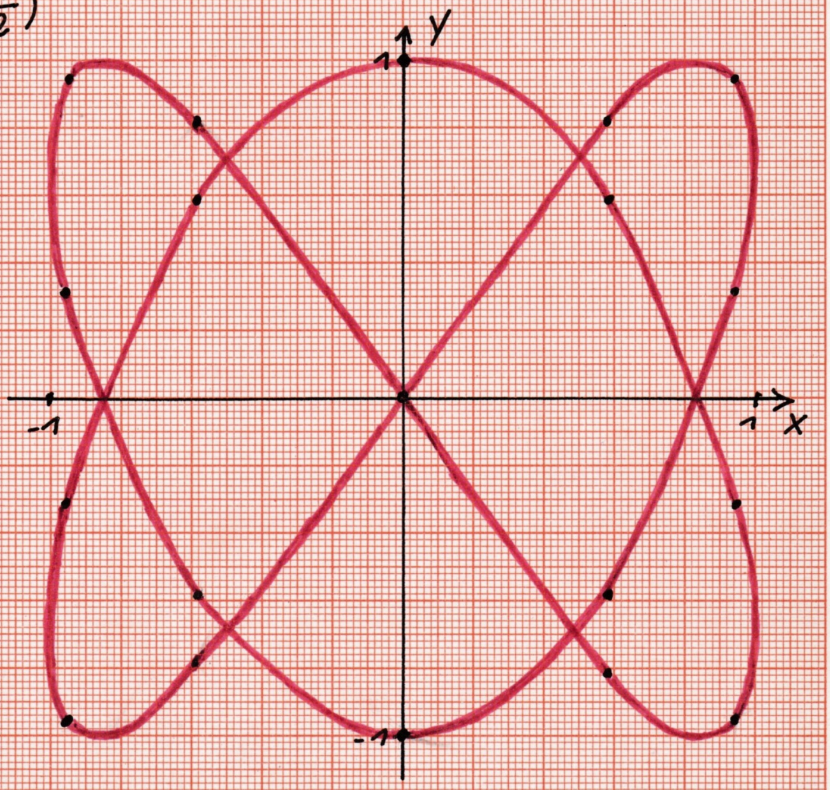
t	x	y
0	0	0
0.05	0.59	0.81
0.1	0.95	0.95
0.15	0.95	0.31
0.2	0.59	-0.59
0.25	0	-1
0.3	-0.59	-0.59
0.35	-0.95	0.31
0.4	-0.95	0.95
0.45	-0.59	0.81
0.5	0	0
0.55	0.59	-0.81
0.6	0.95	-0.95
0.65	0.95	-0.31
0.7	0.59	0.58
0.75	0	1
0.8	-0.59	0.59
0.85	-0.95	-0.31
0.9	-0.95	-0.95
0.95	-0.59	-0.81
1.0	0	0



(12) $X = \sin 2\omega t$

$Y = \sin\left(3\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$

t	x	y
0	0	1
0.05	0.59	0.59
0.1	0.95	-0.31
0.15	0.95	-0.95
0.2	0.59	-0.81
0.25	0	0
0.3	-0.59	0.81
0.35	-0.95	0.95
0.4	-0.95	0.31
0.45	-0.59	-0.59
0.5	0	-1
0.55	0.59	-0.59
0.6	0.95	0.31
0.65	0.95	0.95
0.7	0.59	0.81
0.75	0	0
0.8	0.59	-0.81
0.85	-0.95	-0.95
0.90	-0.95	-0.31
0.95	-0.59	0.59
1.0	0	1



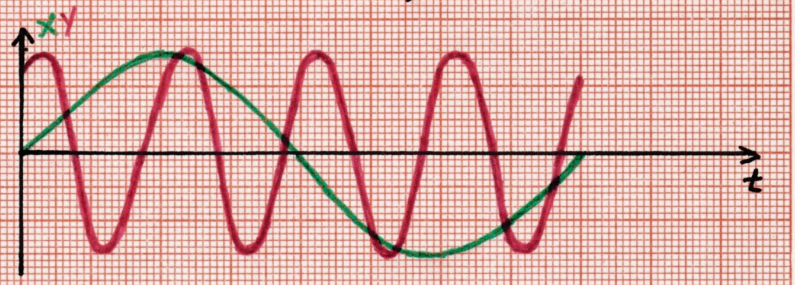
-21-

Die Frequenz der Vertikalen ist viermal so groß wie die der Horizontalen Schwingung.

Figur (13)

$X = \sin \omega t$

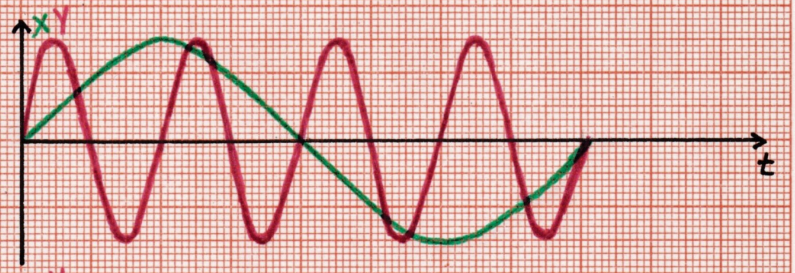
$y = \sin\left(4\omega t + \frac{\pi}{4}\right)$



Figur (14)

$X = \sin \omega t$

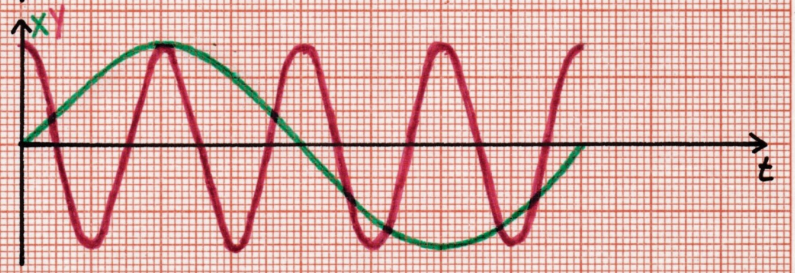
$y = \sin 4\omega t$



Figur (15)

$X = \sin \omega t$

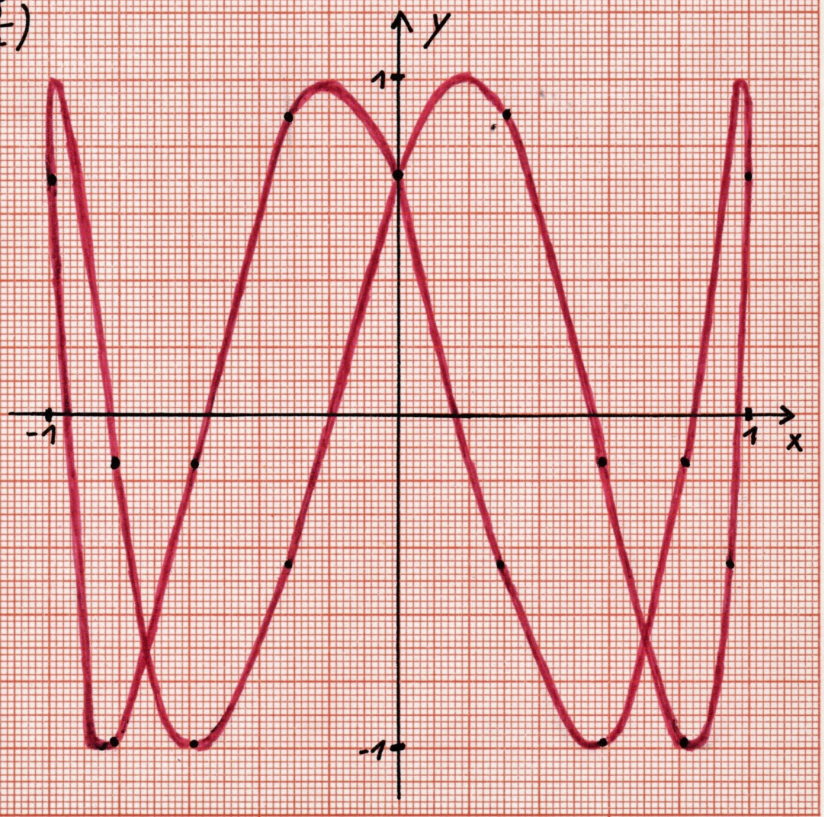
$y = \sin\left(4\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$



(13) $X = \sin \omega t$

$y = \sin\left(4\omega t + \frac{\pi}{4}\right)$

t	x	y
0	0	0.71
0.05	0.31	0.89
0.1	0.59	-0.16
0.15	0.81	-0.99
0.2	0.95	-0.45
0.25	1	0.71
0.3	0.95	0.89
0.35	0.81	-0.16
0.4	0.59	-0.99
0.45	0.31	-0.45
0.5	0	0.71
0.55	-0.31	0.89
0.6	-0.59	-0.16
0.65	-0.81	-0.99
0.7	-0.95	-0.45
0.75	-1	0.71
0.8	-0.95	0.89
0.85	-0.81	-0.16
0.9	-0.59	-0.99
0.95	-0.31	-0.45
1.0	0	0.71



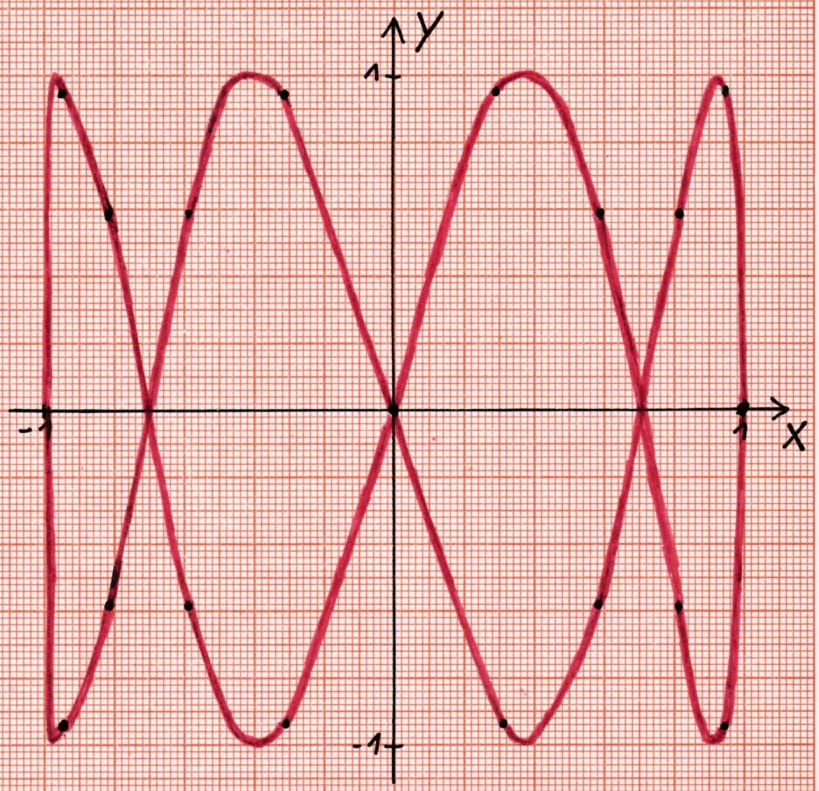
-22-

(16)

$X = \sin \omega t$

$Y = \sin 4\omega t$

t	x	y
0	0	0
0.05	0.31	0.95
0.1	0.59	0.59
0.15	0.81	-0.59
0.2	0.95	-0.95
0.25	1	0
0.3	0.95	0.95
0.35	0.81	0.59
0.4	0.59	-0.59
0.45	0.31	-0.95
0.5	0	0
0.55	-0.31	0.95
0.6	-0.59	0.59
0.65	-0.81	-0.59
0.7	-0.95	-0.95
0.75	-1	0
0.8	-0.95	0.95
0.85	-0.81	0.59
0.9	-0.59	-0.59
0.95	-0.31	-0.95
1.00	0	0

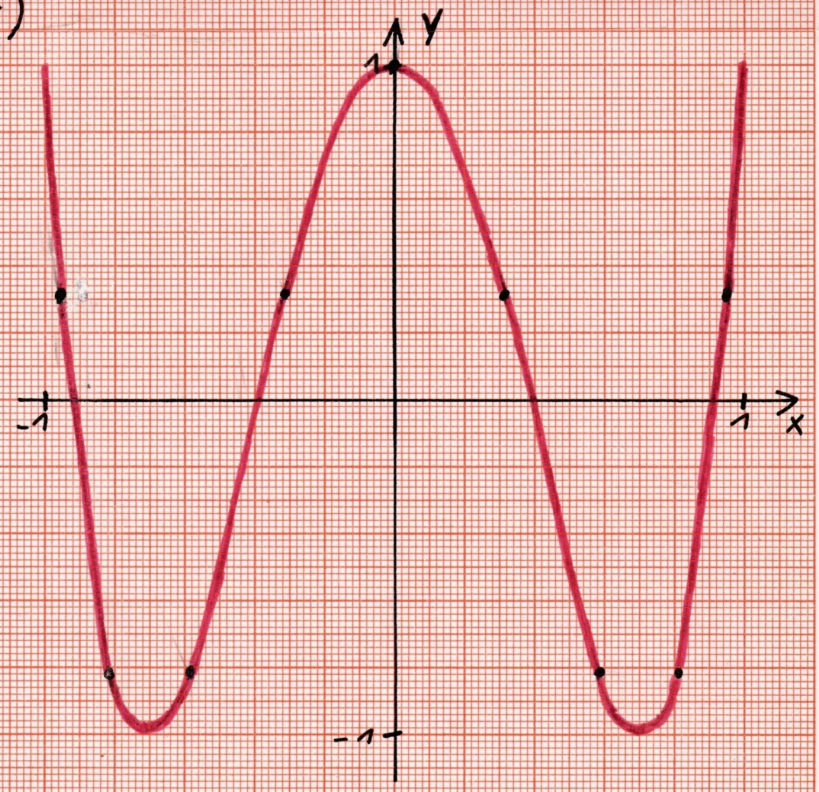


$X = \sin \omega t$

(15)

$Y = \sin\left(4\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$

x	x	y
0	0	1
0.05	0.31	0.31
0.1	0.59	-0.81
0.15	0.81	-0.81
0.20	0.95	+0.31
0.25	1	1
0.3	0.95	+0.31
0.35	0.81	-0.81
0.4	0.59	-0.81
0.45	0.31	0.31
0.5	0	1
0.55	-0.31	0.31
0.6	-0.59	-0.81
0.65	-0.81	-0.81
0.7	-0.95	0.31
0.75	-1	1
0.8	-0.95	0.31
0.85	-0.81	-0.81
0.9	-0.59	-0.81
0.95	-0.31	0.31
1	0	1



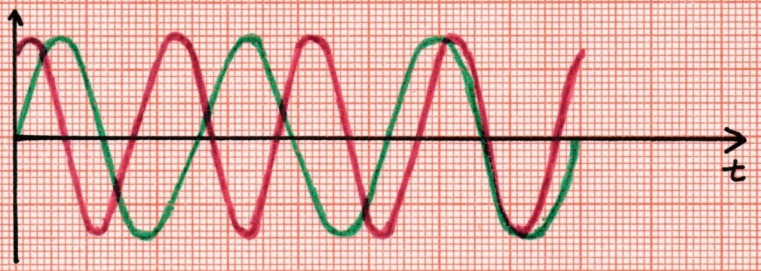
-23-

Die Frequenz der Vertikalen ist $\frac{4}{3}$ so groß wie die der Horizontalen Schwingung.

Figur (16)

$x = \sin 3\omega t$

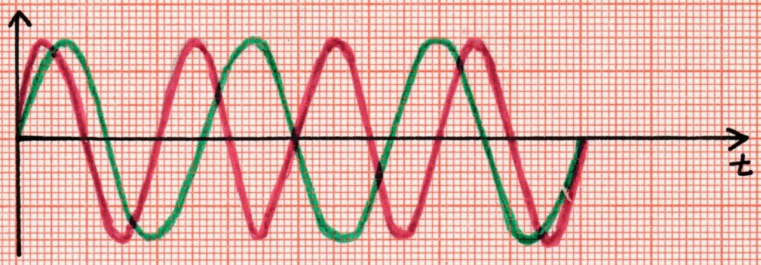
$y = \sin(4\omega t + \frac{\pi}{4})$



Figur (17)

$x = \sin 3\omega t$

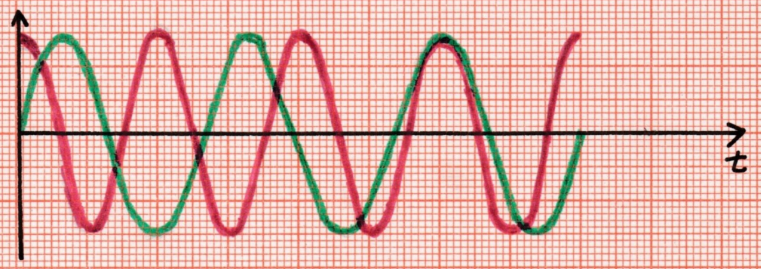
$y = \sin(4\omega t)$



Figur (18)

$x = \sin 3\omega t$

$y = \sin(4\omega t + \frac{\pi}{2})$

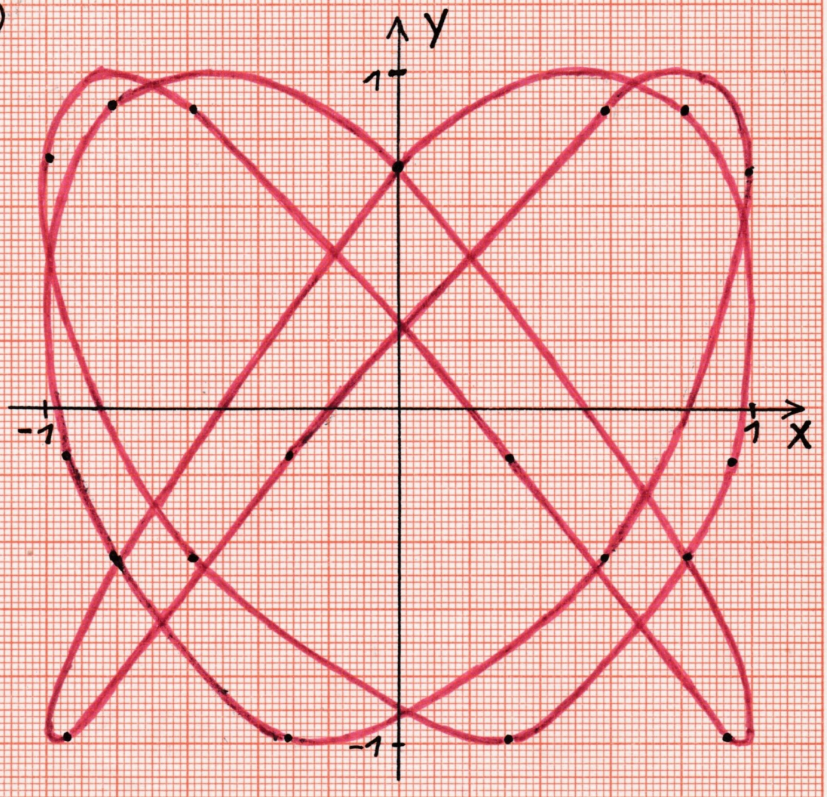


$x = \sin 3\omega t$

$y = \sin(4\omega t + \frac{\pi}{4})$

(16)

t	x	y
0.00	0	0.71
0.05	0.81	0.89
0.1	0.95	-0.16
0.15	0.31	-0.99
0.2	-0.59	-0.45
0.25	-1	0.71
0.3	-0.59	0.89
0.35	0.31	-0.16
0.4	0.95	-0.99
0.45	0.81	-0.45
0.5	0	0.71
0.55	-0.81	0.89
0.6	-0.95	-0.16
0.65	-0.31	-0.99
0.7	0.58	-0.45
0.75	1	0.71
0.8	0.58	0.89
0.85	-0.31	-0.16
0.9	-0.95	-0.99
0.95	-0.81	-0.45
1	0	0.71



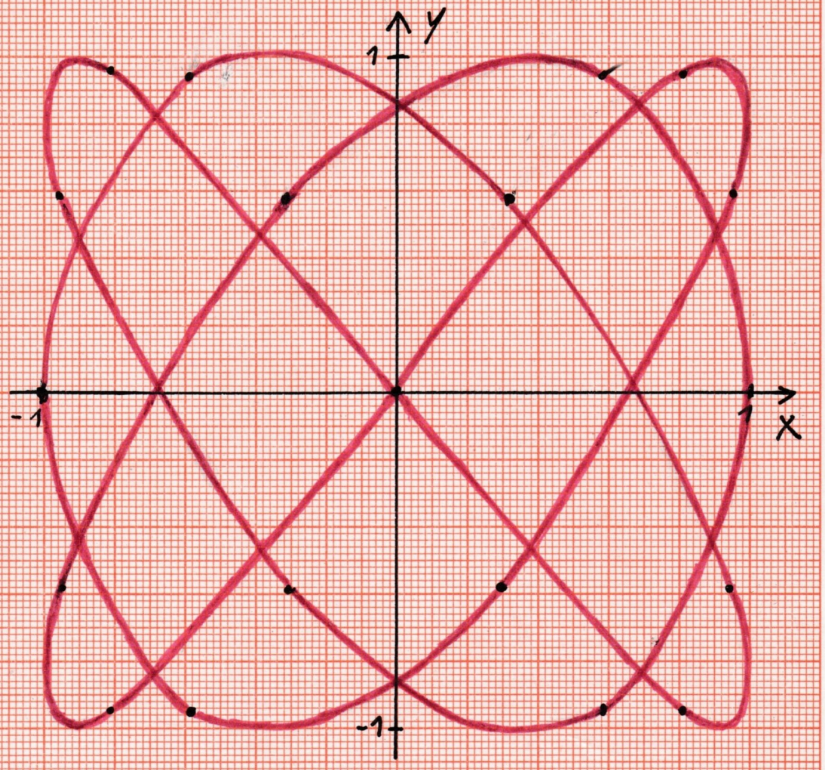
-24-

(17)

$X = \sin 3\omega t$

$y = \sin 4\omega t$

t	x	y
0.0	0	0
0.05	0.18	0.95
0.1	0.95	0.59
0.15	0.31	-0.59
0.2	-0.59	-0.95
0.25	-1	0
0.3	-0.59	0.95
0.35	0.31	0.59
0.4	0.95	-0.59
0.45	0.81	-0.95
0.5	0	0
0.55	-0.81	0.95
0.6	-0.95	0.59
0.65	-0.31	-0.59
0.7	0.58	-0.95
0.75	1	0
0.8	0.58	0.95
0.85	-0.31	0.59
0.9	-0.95	-0.59
0.95	-0.81	-0.95
1	0	0

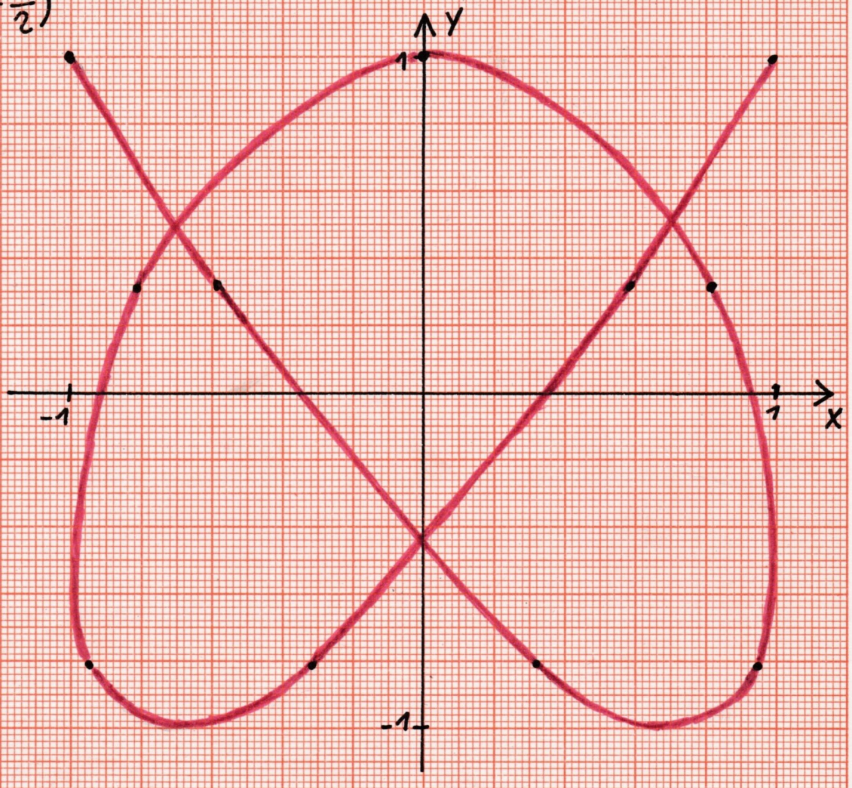


(18)

$X = \sin 3\omega t$

$y = \sin(4\omega t + \frac{\pi}{2})$

t	x	y
0	0	1
0.05	0.88	0.31
0.1	0.95	-0.81
0.15	0.31	-0.81
0.2	-0.59	0.31
0.25	-1	1
0.3	-0.59	0.31
0.35	+0.31	-0.81
0.4	0.95	-0.81
0.45	0.81	0.31
0.5	0	1
0.55	-0.81	0.31
0.6	-0.95	-0.81
0.65	-0.31	-0.81
0.7	0.58	0.31
0.75	1	1
0.8	0.58	0.31
0.85	-0.31	-0.81
0.9	-0.95	-0.81
0.95	-0.81	0.31
1	0	1



-25-

Vergleich mit den am Oscillogr. gemessenen Figuren !.

Eichen eines Sinusgenerators.

Man kann mit Hilfe der Lissajousschen Figuren sehr genau einen Sinusgenerator Eichen. Man schließt dazu den Sinusgenerator an einen Oszilographen, nach bekannten Muster an. Da man als Schwingung auf der X-Achse die Netzspannung nimmt, die eine sehr genaue 50 Hertz Frequenz hat, bekommt man eine genaue Eichung. Nun braucht man nur noch die bekannten Figuren einzustellen und weiß welche Frequenz der Generator gerade liefert. Es empfiehlt sich die einfachen Frequenzverhältnisse anzuwenden, da deren Identifikation am einfachsten ist. Wenn man nur die Vielfachen von 50 Hertz nimmt (50; 100; 150; 200; 250...) gibt es eine Welle mit zwei Enden. Die Anzahl der Nulldurchgänge gibt bei dieser Welle an um wieviel mal höher die Frequenz des Generators, wie die des Netzes ist. Oberhalb von etwa 500 Hertz wird ein Abzählen der Nulldurchgänge des Wellenzuges unmöglich weil sie zu dicht liegen. Will man doch höhere Frequenzen eichen, empfiehlt es sich, einen zweiten Generator auf genau 500 Hertz einzustellen und diesen für die X-Ablenkung des Oszilografen zu nehmen so kann man bis gut 5000 Hertz weiter Eichen.

-26-

Literaturangabe: keine

Hiermit bestätige ich das ich diese Übungsarbeit unter Ausschluß jeglicher Literatur gemacht habe.

Wolfgang Renner