

Stroboskopische Spielereien - Strobotop und Phenakistiskop

Christian Ucke und Hans Joachim Schlichting

Stroboskopische Erscheinungen sind weithin aus Discos bekannt. Sie haben jedoch auch eine eminente technische Bedeutung. Und sie laden zu spielerischem Mitmachen ein, seitdem es ein günstiges Fertigerät gibt. Eine Verwandtschaft besteht zu optischen Spielzeugen wie Phenakistiskop und Zoetrop.

Bei üblichen Glühlampen nimmt man nicht wahr, dass die Lichtintensität schwankt. Es ist nur eine schwache Helligkeitsänderung und auch noch abhängig von der Leistung der Lampe. Sie beruht auf der Wechselspannung des elektrischen Netzes und der Wärmeträgheit des Glühfadens. Und sie ist für das bloße Auge zu schnell. (ist für die Unmöglichkeit, die Schwankungen ohne Hilfsmittel wahrzunehmen nicht auch das Unvermögen unserer Augen zu berücksichtigen, ab einer bestimmten Frequenz solche Schwankungen festzustellen (siehe: Film)? Die elektrische Spannung in Europa folgt einem sinusförmigen Verlauf mit einer Frequenz von 50 Hz (USA 60Hz). Die Helligkeit einer Glühlampe verändert sich allerdings mit einer Frequenz von 100Hz, da für die Helligkeit der Lampe das Quadrat des Sinus verantwortlich ist und das hat eine Frequenz von 100Hz. Früher wurde diese Helligkeitsänderung von Glühlampen zur Feinabstimmung der Umdrehungszahl des Drehtellers von Plattenspielern benutzt. Markierungen in regelmäßigen Abständen am Rand des Drehtellers blieben scheinbar stehen, wenn die Umdrehungszahl stimmte. Der Kontrast der Erscheinung ist schwach, aber deutlich sichtbar (Abbildung 1, unten). Diese Erscheinung ist als stroboskopischer Effekt bekannt.



Abb.1: Drehteller eines Plattenspielers mit Markierungen. Darunter mit 33U/min und Glühlampenbeleuchtung..

Bei Leuchtstofflampen (mit älteren Vorschaltgeräten) ist das Schwanken der Helligkeit deutlicher ausgeprägt, da die Entladungen in der Leuchtstoffröhre praktisch trägheitslos der Wechselspannung folgen. Das Nachleuchten der angeregten Leuchtstoffe mildert das Schwanken der Helligkeit dann ab. Der stroboskopische Effekt hatte deshalb in Räumen mit Maschinen mit schnell drehenden Teilen manchmal zur Folge, dass die Teile scheinbar still standen oder langsamer und gar falsch herum drehten und man Gefahr lief, in die sich drehenden Teile hinein zu fassen.

Stroboskope sind Lampen mit einstellbarer Frequenz. Häufig werden dafür Xenon-Entladungslampen bzw. LED's verwendet. Gegebenenfalls ist auch noch die Hell - bzw. Dunkelphase getrennt variierbar. Eine Anwendung ist die flimmerartige Hell-Dunkel Beleuchtung in Diskotheken. Die Bewegungen von Tanzenden erscheinen abgehackt als eine Folge von scheinbar stehenden Bildern. Üblich sind Frequenzen von 1 bis 10 Hz. Derartige Frequenzen können bei entsprechend disponierten Personen Auslöser von epileptischen Anfällen sein.

In technischen Anwendungen werden Stroboskope vielfältig eingesetzt, um Drehzahlen von rotierenden Teilen zu ermitteln. Der Zündzeitpunkt von Benzinmotoren ist ein Beispiel. In der Medizin können damit die Schwingungen der Stimmlippe bestimmt werden. In der Fotografie werden damit Reihenaufnahmen erstellt.

Ältere Röhrenfernseher oder Computermonitore wurden mit Frequenzen zwischen 50 bis 100 Hz betrieben. Bewegt man eine Hand oder Finger vor einem hellen Monitorbild schnell hin und her, so kann man den stroboskopischen Effekt unmittelbar wahrnehmen, da die Hand mit der vorhandenen Frequenz beleuchtet wird und wie eine fotografische Reihenaufnahme erscheint (Abbildung 2). Bei LCD-Bildschirmen ist dieser Effekt nicht vorhanden.

Das Spielzeug Strobotop [1] nutzt den stroboskopischen Effekt direkt aus. Vorhanden ist ein Stroboskop mit einer etwa zwischen 10 und 60Hz einstellbaren Frequenz und diverse, mit Mustern bedruckte und auch selbst bemalbare Scheiben, die auf eine mit der Hand andrehbare Kreisscheibe aufgelegt werden können. Leider ist die tatsächliche Frequenz nicht irgendwo ablesbar. Die Dauer eines Hellblitzes beträgt 0,6ms.

Beispielhaft sei hier eines der Muster auf den Scheiben dargestellt. Man erkennt sechs aufeinander folgende Laufphasen einer Katze. Beim Andrehen des Kreisels per Hand erreicht man 500 Umdrehungen pro Minute, d.h. 8,3 Umdrehungen pro Sekunde. Wird das Stroboskop auf eine Frequenz von 50Hz eingestellt und beleuchtet man mit ihm einen Ausschnitt der sich drehenden Scheibe, wird für eine Zeit von 0,6ms eine Darstellung der Katze deutlich sichtbar. Nach einer Zeit von 0,02s ($= 1/50\text{Hz} = 1/8,3\text{s}/6$) erscheint das nächste Bild an der gleichen Stelle. Die so aufeinander folgenden Bilder ergeben eine scheinbare, wenn auch aufgrund von nur sechs Bewegungsphasen etwas holperige Bewegung der Katze. Die niedrige Abspielgeschwindigkeit bei älteren Stummfilmen (15 – 20 Bilder pro Sekunde) erzeugte ähnlich abgehakt erscheinende Bildfolgen. Der relativ kleine Durchmesser der Scheibe erlaubt hier keine größere Anzahl von Bewegungsphasen.

Mit der Zeit nimmt die Umdrehungszahl der Kreisscheibe ab. Die Katze bewegt sich dann etwas natürlicher. Um den Filmeffekt stabil zu halten, muss man die Frequenz des Stroboskops nachregeln. Stimmt die Frequenz nicht, bewegt sich die laufende Katze zusätzlich nach hinten oder vorne.

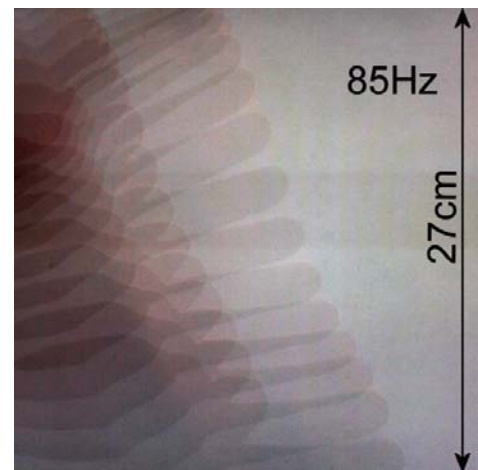


Abb.2: Schnell bewegter Finger vor einem Röhren- Computermonitor, der mit 85Hz betrieben wird.



Abb.3: Strobotop mit Scheibenkreisel.



Abb.4: Strobotopscheibe.

Bei 500 U/min dreht sich die Scheibe einmal in 8,3s ganz herum. Da die Dauer des Hellblitzes 0,6ms beträgt, wird das Bild über einen Sektor von etwa $0,6\text{ms}/8,3\text{s} \times 360^\circ = 2,6^\circ$ ‚verschmiert‘, d.h. es erscheint eigentlich nicht ganz scharf. Diese Unschärfe ist allerdings kaum zu bemerken.

Das Layout und die Technik des Strobotops ist neu, die zugrundeliegende Idee ziemlich alt. Der belgische Physiker Joseph Plateau und der Österreicher Simon Ritter von Stampfer entwickelten unabhängig voneinander schon 1832 das sogenannte Phenakistiskop [2]. Vermutlich wurden die Grundlagen dazu schon viel früher gelegt. Bei diesem Apparat werden in der einfachsten Ausführung in eine drehbare, runde Scheibe Schlitze eingeschnitten und in die Zwischenräume auf der Rückseite vergleichbare Phasen einer bewegten Objektes aufgebracht, wie bei der Strobotopscheibe in Abbildung 3. Blickt man durch die Schlitze auf einen Spiegel, in dem die Bilder auf der Rückseite der Scheibe sichtbar sind und versetzt die Scheibe in Drehung, erzielt man einen ähnlichen Effekt wie mit einem Stroboskop (Abbildung 5). Durch einen Schlitz sieht man für einen Moment ein Bild. Dann verdeckt für eine längere Zeit die Scheibe den Blick, bis wieder der nächste Schlitz den Durchblick auf das nächste Bild gestattet. Mit zunehmender Anzahl von Schlitzen und immer größeren Scheiben lassen sich immer fließender erscheinende Bewegungen erzielen.

Insgesamt ist der Filmeffekt beim Strobotop und einfachen Phenakistiskopen mit nur bis zu zwanzig Bewegungsphasen relativ bescheiden. Mehr bringt man auf einer handlichen Kreisscheibe kaum unter. Man sollte aber nicht vergessen, dass zur der Zeit der Erfindung des Phenakistiskops nichts anderes verfügbar und das Kino noch in weiter Zukunft war.

Das Zoetrop ist eine Erweiterung des Phenakistiskops und wurde schon 1834 von dem englischen Mathematiker George Horner beschrieben, allerdings unter anderen Namen. Erst 1867 wurde es zeitgleich in England und den USA patentiert, in den USA dann unter dem Namen Zoetrope. Ein drehbarer Zylinder mit Schlitzen und mit den Phasenbildern auf der Innenseite erlaubt ähnliche Filmsequenzen wie das Phenakistiskop (Abbildung 6). Vorteil ist, dass hier mehrere Personen gleichzeitig hinein sehen können und das auch (u.a. durch Vergrößerung des Radius‘) mehr Bilder vorhanden sein können.

Es gibt viele Abwandlungen und Verfeinerungen dieses Prinzips, Apparate mit klangvollen Namen wie Praxinoskop bis hin zum Kinetoskop bzw. Kinetograph von Edison im Jahre 1892. Letztlich waren diese Konstruktionen Vorläufer des bewegten Bildes, d.h. des Kinos.



Abb. 5: Phenakistiskop. Beim Blick in einen Spiegel durch die Schlitze der sich drehende Scheibe wird eine Bewegung sichtbar.



Abb.6: Das Zoetrop ist eine Erweiterung des Phenakistiskops.

Eigenbau

Im Internet gibt es Anleitungen für den Eigenbau von Stroboskopen. Dazu ist allerdings eine gewisse Praxis im Umgang mit elektronischen Schaltungen erforderlich. Fertige Geräte sind ab einigen hundert Euro erhältlich.

Anleitungen zum Bau von Phenakistiskopen bzw. Zoetropen mit einfachsten Hilfsmitteln sowie viele fertige Vorlagen finden sich vielfach unter den gleichlautenden Stichwörtern im Internet. Der Kreativität selbst erstellter Zeichnungen sind keine Grenzen gesetzt. Man sollte aber nicht unterschätzen, dass die Zeichnungen bzw. Bilder nur mit einigem Aufwand zu erstellen und zu positionieren sind.

Die Drehzahl von Scheiben und Kreiseln lässt sich mit folgender Stroboskop-Scheibe ermitteln (Abbildung 7). Man kopiert sie und klebt sie in passender Größe auf das Drehobjekt. Sie ist für eine Frequenz von 100Hz berechnet. Im Licht von schwachen Glühlampen erscheint bei der vermerkten Drehzahl ein – kontrastschwaches - stehendes Bild, ähnlich wie in Abbildung 1 unten. Bei Verwendung von Leuchtstofflampen ist der Kontrast etwas stärker. Bei Verwendung eines richtigen Stroboskops ist der Kontrast optimal.

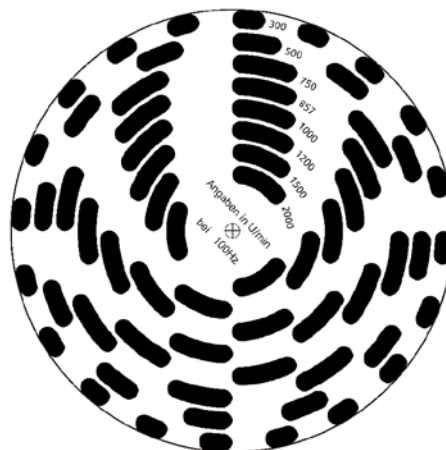


Abb.7: Stroboskop-Scheibe

Der Stroboskopeffekt ist vielen Menschen aus Discos bekannt. Das Spielzeug ‚Strobotop‘ nutzt diesen Effekt spielerisch aus und stellt auf vorgedruckten Scheiben unterhaltsame Bildfolgen dar. Selbst erstellte Bildphasen sind ebenfalls möglich. Eine Verbindung zu den ersten Versuchen im 19. Jahrhundert, bewegte Bilder mit einfachen Hilfsmitteln darzustellen (Phenakistiskop, Zoetrop), wird aufgezeigt.

Literatur bzw. weblinks:

- [1] <http://eyethinkinc.com/store/toys.html> ,
www.pappnase.de/shop/category/39/228/1870/146878
 [2] <http://de.wikipedia.org/wiki/Phenakistiskop>

Mit folgenden Stichwörtern findet man bei YouTube u.a. Webseiten viele videos und Webseiten zum Thema: strobotop, phenakistiskop, phenakistoskope, phenakistoscope
