



Das Prinzip von Huygens

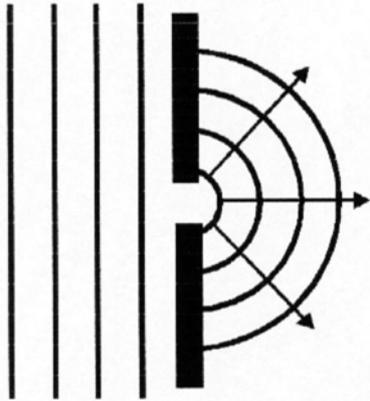
Christian Huygens, Mathematiker und Physiker, Den Haag, 1629-1695, Entdecker der Saturnringe und des Saturnmondes, Erfinder der Pendeluhr, begründete mit dem Huygensschen Prinzip die Wellentheorie des Lichts. Er schrieb 1661 das musiktheoretische Werk "Novus cyclus harmonicus", in dem eine Teilung der Oktave in 31 gleiche Teile vorgenommen wurde.

UdK Berlin
Sengpiel
11.2001
surround

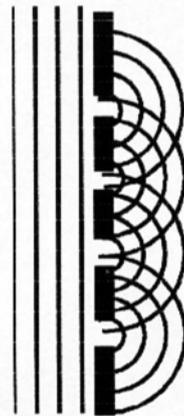
Das Huygenssche Prinzip:

1. Jeder Punkt einer Wellenfront kann als Ausgangspunkt von Elementarwellen angesehen werden, die sich mit gleicher Geschwindigkeit und Wellenlänge wie die ursprüngliche Welle ausbreitet.
2. Jede Wellenfront kann man sich als Einhüllende aller Elementarwellen denken.

Huygens hat als erster die Bedeutung der Kreiswellen erkannt und sie in der Abstraktion als Elementarwellen in die Theorie eingeführt.



Eine gerade Wellenfront erzeugt an einem Spalt eine Kreiswelle. Kreiswellen werden auch von einem einzelnen Erregerzentrum erzeugt.

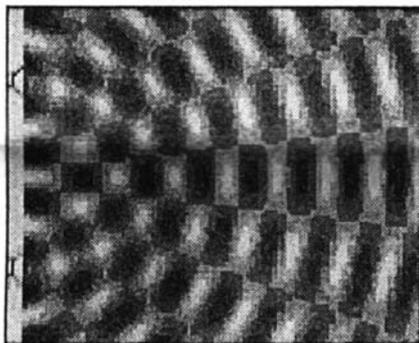


An vielen Spalten entstehen viele Kreiswellen, die sich überlagern (Interferenz).

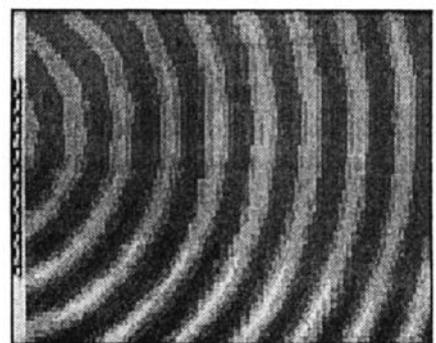


Überlagern sich sehr viele, eng beieinanderliegende Kreiswellen, so entsteht wieder eine gerade Welle.

Die Wellenfeldsynthese WFS versucht durch die Wiedergabe dicht beieinanderliegender Lautsprecher (Lautsprecher-Array) in der horizontalen Ebene, die originale horizontale Wellenfront wieder zu erzeugen.



Stereo (2 Lautsprecherüberlagerung)



Lautsprecher-Array (WFS)

Bei der allgemein bekannten Stereotechnik wird das Schallsignal nur über zwei Lautsprecher wiedergegeben. Vorausgesetzt, diese Lautsprecher haben eine hohe Qualität, so können sie die originalen Schallquellen (z. B. Musikinstrumente) zwar mit hoher Qualität ("High Fidelity") wiedergeben, aber deren räumliche Abbildung und Ausdehnung, sowie das Abstrahlverhalten kann nur ungefähr abgebildet werden. Die Folge ist, dass diese Abbildung nur auf der Mittenlinie im so genannten "Sweet Spot" zwischen den beiden Lautsprechern korrekt ist. Dieses gilt ebenfalls für die Surround-Sound-Technik, in der mehr als zwei Lautsprecher zum Einsatz kommen und bei der ebenfalls nur innerhalb einer recht begrenzten Abhörfläche die räumliche Abbildung funktioniert.

Bei der Wellenfeldsynthese WFS bilden Arrays von kleinen, individuell getriebenen Lautsprechern die originale Wellenausbreitung nach - nicht nur zeitlich, sondern auch räumlich. Wegen ihrer gemeinsamen Schallabstrahlung kann man den Einfluss der Richtcharakteristiken der individuellen Array-Lautsprecher nahezu vernachlässigen.

Daraus folgt, dass die räumliche Abbildung in der horizontalen Ebene im gesamten Halbraum vor dem Array physikalisch korrekt ist. Wenn man das eindimensionale Array (Abb.) zu einem rundherum geschlossenen, zweidimensionalen Array ausbaut, wirkt die räumliche Abbildung sogar innerhalb der ganzen Arrayfläche korrekt. Auf der gesamten Fläche (Sweet Area) innerhalb des Arrays ist also abzuhören. Natürlich gilt dieses auch, wenn sich Schallquelle oder Zuhörer bewegen. Die Wellenfeldsynthese ermöglicht eine optimale räumliche Abbildung in Situationen, wo viele Personen zusammen eine oder mehrere Schallquellen verfolgen.