

HARMONIA MUNDI, Polyphon I

Eintritt in die Wunderkammer. Wie ein riesenhafter alchemistischer Apothekerschrank zeigt sich das Polyphon mit seinen 672 Schubladen. Gefüllt mit ebensolcher Anzahl von Klängen aus dem Weltall (672 Pulsare) trägt es den Namen „Harmonia Mundi“ nach dem Hauptwerk des Astronomen und Mathematikers Johannes Kepler (Harmonices Mundi, 1619). Kepler beschäftigte sich in seinem fünf Abschnitte umfassenden Werk unter anderem mit harmonischen Zusammenhängen in der Musik und Astrologie sowie den harmonischen Bewegungen der Planeten.

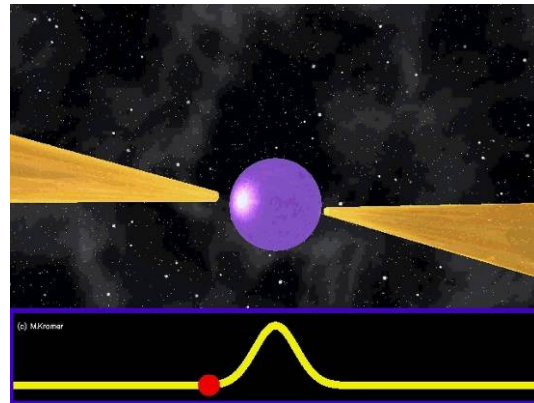
Das Polyphon nun, wie gebaut im Auftrag eines Renaissance-Fürsten zur Erforschung der hermetischen Wissenschaften, aus einer Zeit in der Alchemie, Astronomie und Mathematik untrennbar beieinander lagen und in der die Erforschung des Himmels der Erforschung der Geschicke diene.

Um es mit Umberto Eco zu sagen, „die Maschine als Metapher des kosmischen Leibes und das mechanische Spiel als talismanhafte Beschwörung“. Jahrtausende, um die richtige Kombination zu finden auf der Suche nach dem unkörperlichen Prinzip des Pythagoras zur Erklärung aller Dinge. „Siehe das Oberste kommt vom Untesten, und das Unteste vom Obersten; ein Werk der Wunder von einem Einzigen“ (Hermes Trismegistos, Corpus Hermeticum). Wir öffnen die Schubladen und hoffen auf Harmonie in perfekter Eintracht so, wie es, nach Johannes Kepler, bis jetzt nur einmal geschah, bei der Erschaffung des Universums. Wir unternehmen eine Zeitreise und hören Klänge, die vor tausenden von Jahren entstanden, denn „das Schönste, das wir erleben können, ist das Mysterium. Es ist die Quelle aller wahren Kunst und aller Wissenschaft. Der, dem dieses Gefühl fremd ist, der nicht Staunen kann, ist so gut wie tot: seine Augen sind geschlossen.“ (Albert Einstein)

Kosmischer Leuchtturm

Pulsare sind sich um sich selbst drehende zusammengestürzte Kerne explodierter Sterne. Obwohl ihr Gewicht so groß ist wie das der Sonne, haben sie nur die Dimension einer Stadt mit einem Durchmesser von 20 km (was ungefähr der Nord-Süd-Ausdehnung von Linz entspricht). Im Durchschnitt drehen sie sich einmal pro Sekunde. Von ihren magnetischen Nord- und Südpolen gehen Strahlen aus. Dreht sich der Pulsar, fegen diese Strahlen durch das Weltall und bewegen sich durch unsere Sichtachse. So gewinnen wir den Eindruck eines kosmischen Leuchtturmes.

*Ein sich drehender Pulsar, dessen Strahlen den „Leuchtturmeffekt“ erzeugen. Der lila Ball stellt den eingestürzten Kern eines explodierten Sternes (Neutronenstern) dar. Die hellen Stellen zeigen die magnetischen Pole. Wenn einer dieser Lichtstrahlen durch unsere Sichtachse fegt, nehmen wir eine Veränderung der Helligkeit wahr.
(Credit: Michael Kramer, University of Manchester)*



Da die Pulsarblitze in Regelmäßigkeit auftreten, nahm man bei ihrer Entdeckung an, sie seien Signale einer extraterrestrischen Zivilisation. So wurde der erste Pulsar „LGM 1“ getauft, was für Little Green Man 1 steht (Kleiner Grüner Mann Nr. 1).

Jetzt, da bekannt ist, dass es sich um die Überreste gigantischer Sternexplosionen handelt, bietet sich ein wunderbares Feld zur Erforschung extremer Physik. Pulsare sind die exaktesten Uhren des Universums und haben bewiesen, dass Albert Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie zumindest zu 99,95% korrekt ist.

Einer der berühmtesten Pulsare befindet sich im Herzen des Krebsnebels (Crab Nebula). Der Krebsnebel ist eine sich ausweitende Gaswolke, die aus der Supernova Explosion eines massiven Sternes hervorging. Die Explosion wurde im Jahr 1054 n. Chr. von chinesischen Astronomen beobachtet, als sie als neuer Stern am Himmel erschien, der mit einer derartigen Intensität leuchtete, dass er für mehrere Wochen sogar tagsüber sichtbar war.

Richtet man jetzt ein Teleskop auf das Zentrum des Nebels, sehen wir einen ungewöhnlichen Stern, der 30 Mal in der Sekunde blinkt. Dies ist der Pulsar, der eingestürzte Kern eines Sternes, der vor ca. 1000 Jahren explodierte.

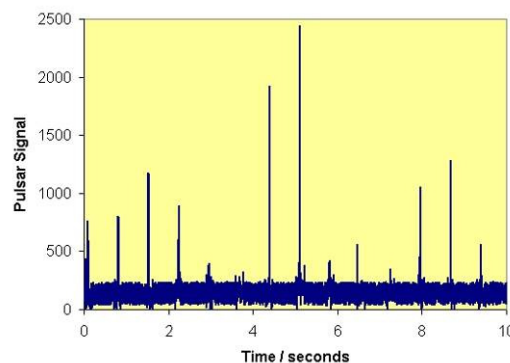
Der Krebsnebel. Diese Fotografie wurde mit den VLT, dem Very Large Telescope in Chile gemacht. Der Pulsar ist der Stern zwischen den beiden roten Linien. (Credit: European Southern Observatory)



Pulsare hören

Der Krebspulsar ist insofern ungewöhnlich als er über das ganze Spektrum von Radiowellen bis hin zu den Gammawellen sichtbar ist. Im Gegensatz dazu ist der Großteil der Pulsare nur durch die Strahlen ihrer Radiowellen identifizierbar. Wir sammeln diese unsichtbaren Wellen mit gigantischen Radioteleskopen und wandeln sie in elektrische Signale, um sie so analysieren zu können. Dann präsentieren wir diese Resultate in Form einer Grafik, die darstellt, wie die Signalstärke sich mit der Zeit verändert.

Die Signalstärke eines Pulsars im Verhältnis zur Zeit. Die individuellen Impulse sind als vertikale Spitzen sichtbar, die sich über das Hintergrundrauschen im Abstand von 0.7 Sekunden erheben. Die Helligkeit der Impulse kann stark variieren. (Credit: Tim O'Brien, University of Manchester)



Es ist also möglich, das elektrische Signal in Klang zu wandeln, sodass wir ein sich wiederholendes Geräusch hören können. Abhängig von der Drehgeschwindigkeit sowie weiteren Eigenschaften der Pulsare erhalten wir Klänge verschiedenen Charakters. Manche klingen wie langsames Händeklatschen, andere wie Schritte im Schnee, das Getrappel von laufenden Füßen oder Bongo Trommeln im Dschungel. Die schneller drehenden Pulsare klingen wie die Vibration eines Presslufthammers oder das ohrenbetäubende Heulen einer überirdischen Maschine.

Im Inneren des Polyphons haben wir die Klänge von 672 Pulsaren aus unserer eigenen Galaxis (Milchstraße) gesammelt. Ich habe zur Erzeugung dieser Klänge Impulsprofile des

Datenarchiv des European Pulsar Network verwendet. Diese Datenbank enthält radioteleskopische Beobachtungen von über eintausend Pulsaren. Unter den hierzu verwendeten Teleskopen befinden sich das Lovell Teleskop in England, das Parkes Teleskop in Australien, das Arecibo Teleskop in Puerto Rico, das Effelsberg Teleskop in Deutschland, das Greenbank 140ft Teleskop in den USA und das BSALPA Teleskop in Russland. Ich habe die digital-gesampelten allgemeinen Eigenschaften jedes Pulsars unter Verwendung von bandbreitenlimitierter pink-noise sowie unregelmäßigen Variationen der Signalintensität kombiniert, um repräsentative Klänge für das Polyphon zu erhalten.

*The 76-metre Lovell Telescope at Jodrell Bank Observatory in the United Kingdom. The first act of this telescope when it was completed in 1957 was to track the carrier rocket of Sputnik I. Since then it has played a major role in the discovery of exotic astronomical phenomena such as quasars and gravitational lenses. It has also proved invaluable in accurately timing the arrival of pulses from many hundreds of pulsars.
(Credit: Anthony Holloway, University of Manchester)*



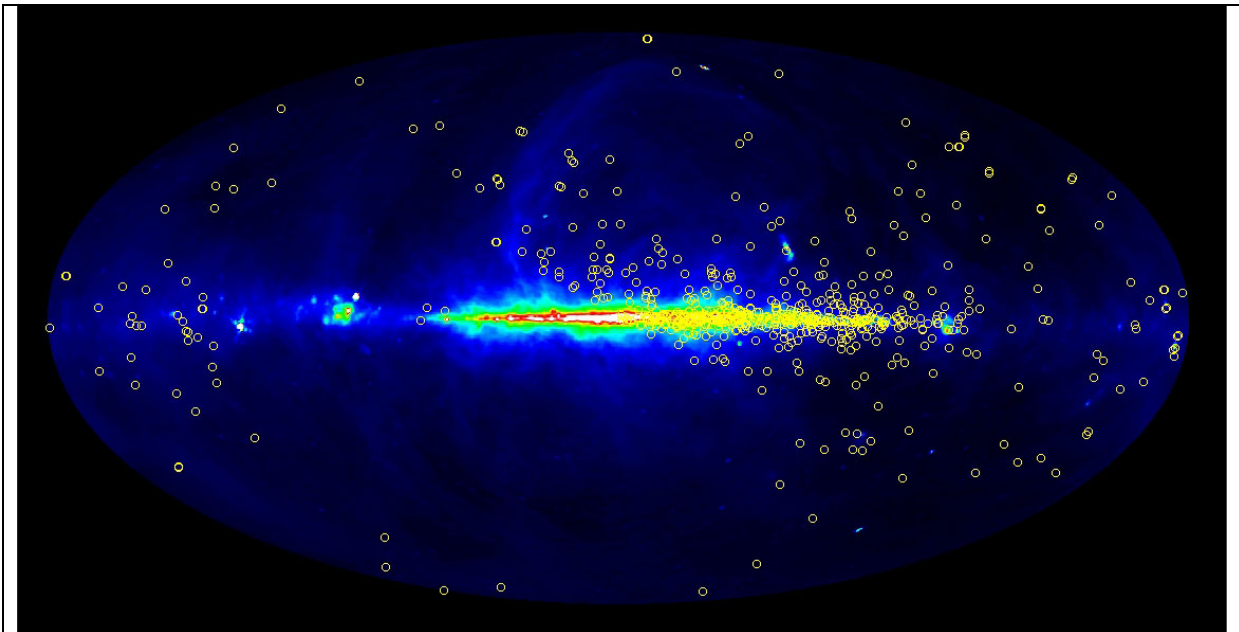
Die Stars unter den Pulsaren

Obwohl jeder Klang einzigartig ist und jeder, der das Polyphon bespielt, eigene Vorlieben haben wird, gibt es einige Pulsare, die unserer speziellen Aufmerksamkeit würdig sind.

Name	Schublade	Periode / Sekunde	Beschreibung
B1919+21	56	1.337301192	Der erste entdeckte Pulsar – “Little Green Man 1”.
B0531+21	229	0.033326317	Der Pulsar im Herzen des Krebsnebels.
J1307-6318	473	4.962427	Der langsamste Pulsar im Polyphon.
B1937+21	112	0.00155781	Der schnellste Pulsar im Polyphon, der sich 642 Mal pro Sekunde um sich selbst dreht. Seine Oberfläche bewegt sich mit 1/7 der Lichtgeschwindigkeit.
B0833-45	513	0.089321926	Der Pulsar im Vela Supernova-Überrest.
J0108-1431	506	0.807565	Der, der Erde am nächsten gelegene Pulsar, 280 Lichtjahre von der Erde entfernt.
B1257+12	24	0.00621853	Der mit Ausnahme der Sonne, erste observierte Stern, der seine eigene Planetenfamilie hat.
B1913+16	168	0.05903	Der erste binäre Pulsar. Für ihre Beobachtungen im Zusammenhang mit diesem Pulsar erhielten Hulse & Taylor den Nobelpreis für Physik.
J1141-6545	636	0.393898	Ein Pulsar im relativen Orbit rund um einen toten weißen Zwerg.
J1713-3844	444	1.600114	Ein Pulsar mit schwachem „Zwischenpuls“ des zweiten Strahles.

Das All im Polyphon

Die 672 Pulsare des Polyphons bedecken ca. dreiviertel des Firmaments. Ihre Positionen am Himmel werden in der nachfolgenden Grafik als schmale gelbe Kreise dargestellt. Im Hintergrund sehen wir den unsichtbaren Radiohimmel, der uns umgibt. Es ist dies eine flache Projektion eines sphärischen Himmels, analog einem Atlas, der die flache Darstellung der Welt darstellt. Dieses Bild des Radiohimmels wurde mit den Lovell Telescope in England, dem Effelsberg Teleskop in Deutschland und dem Parks Teleskop in Australien entwickelt. Unsere Milchstraße ist als horizontales Band in der Mitte erkennbar. Die Radiowellen werden als Elektronen erzeugt, die sich nahezu mit Lichtgeschwindigkeit spiralförmig um das galaktische Magnetfeld im Sternenzwischenraum verbreiten.



Der unsichtbare Radiohimmel. Die gelben Kreise zeigen die Positionen der Pulsare im Polyphon an. (Credit: Tim O'Brien, University of Manchester, and Glyn Haslam, Max-Planck-Institut für Radioastronomie).

Wissenschaftliche Quelle: Dr. Tim O'Brien, Senior Lecturer & Head of Outreach,
Jodrell Bank Centre for Astrophysics, University of Manchester

Übersetzung und Einleitung: Verena Lafferentz

Danksagung:

Dieses Werk hat die Datenbank der veröffentlichten Pulsprofile des European Pulsar Network verwendet. <http://www.jb.man.ac.uk/research/pulsar/Resources/epr/>

Weiterführende Quellen:

1. **Tim O'Brien spricht über Klänge aus dem Weltall auf „The Jodcast“**

Audio Link:

<http://www.jodcast.net/archive/200808Extra/20080817-jodcast-soundsospace.mp3>

Hintergrundinformation:

<http://www.jodcast.net/archive/200808Extra/>

2. **365 Tage Astronomie Podcast über Pulsare:**

<http://365daysofastronomy.org/2009/01/08/january-8-pulsars/>

3. **Interview mit Jocelyn Bell, Co-Entdeckerin von Pulsaren, in The Jodcast**

Audio Link:

<http://www.jodcast.net/archive/200706/20070601-jodcast-interview.mp3>

Hintergrund Information:

<http://www.jodcast.net/archive/200706/>

Quellen Einleitung:

Lexikon der Symbole, Wolfgang Bauer, Irmtraud Dümötzer, Sergius Golowin

GEO, Themenlexikon Astronomie

Umberto Eco, Das Foucaultsche Pendel

Wikipedia, the free Encyclopedia

Mensch und Kosmos. Katalog der Oberösterreichischen Landesausstellung im Schlossmuseum Linz, 1990, Hrg. Wilfried Seipel