

## Codes & Clowns

### Claude Shannon – Jongleur der Wissenschaft

Eine Ausstellung des Heinz Nixdorf MuseumsForum Paderborn

Zu sehen im Ars Electronica Center Linz, 8. Oktober 2010 bis 30. Jänner 2011

(Linz, 7.10.2010) Er jonglierte mit Keulen und sauste auf dem Einrad durch Universitäten und Labors. Er programmierte den ersten „Wearable Computer“ der Welt und gewann damit 10.000 Dollar beim Roulette-Spielen in Vegas. Er schuf eine mechanische Maus, die aus jedem Labyrinth herausfand, bastelte den allerersten ferngesteuerten Spielzeugtruck, programmierte Schach-Computer und erfand das Bit. Claude Shannon (US) gilt als Begründer der Informationstheorie und Wegbereiter unserer digitalen Medienwelt. Mit einer vom Heinz Nixdorf MuseumsForum Paderborn kuratierten Schau „Codes & Clowns“ erweist das Ars Electronica Center dem exzentrischen Wissenschaftler, Ingenieur und Erfinder gewissermaßen die Ehre. Eingebettet in die Geschichte der Informationstechnik und seine eigene Lebensgeschichte, stehen Claude Shannons wichtigste Erfindungen im Mittelpunkt der Schau. Die gezeigten Exponate sind allesamt Leihgaben seiner Familie sowie des MIT Museum in Boston. Die Ausstellung „Codes & Clowns“ ist von 7. Oktober 2010 bis 30. Jänner 2011 im Ars Electronica Center Linz zu sehen.

### Claude Elwood Shannon (1916 – 2001)

Claude Shannon wurde am 30. April 1916 geboren und wuchs in Petoskey, Michigan auf. Sein Vater war Geschäftsmann, seine Mutter Sprachlehrerin. 1932 begann Claude Shannon an der University of Michigan Elektrotechnik und Mathematik zu studieren, vier Jahre später, 1936, schloss er sein Studium ab. Noch im selben Jahr wechselte er ans MIT, wo er 1940 seinen Doktor machte. Es folgte eine kurze Forschungsepisode am Institute for Advanced Study in Princeton, New Jersey, bevor Claude Shannon 1941 seine Arbeit in den AT&T Bell Labs – ebenfalls in New Jersey beheimatet – aufnahm. Hier verfasste er grundlegende Beiträge zur Kryptografie und Schaltungstheorie. Mit seinem epochalen Aufsatz „A Mathematical Theory of Communication“ begründete er 1949 die Informationstheorie und legte den Grundstein für die moderne Informations- und Kommunikationstechnik. In diesem Aufsatz führte Claude Shannon erstmals den Begriff des Bit (Binary Digit) ein. Nachdem er 1956 schon eine Gastprofessur am MIT innegehabt hatte, wechselte Claude Shannon 1958 schließlich ganz dorthin – und blieb. Genau zwanzig Jahre später, 1978, wurde er vom MIT emeritiert. Für seine wissenschaftlichen Leistungen wurde er immer wieder mit Preisen und Auszeichnungen gewürdigt; 1966 erhielt er die National Medal of Science, 1985 den Kyoto-Preis und 1991 den Eduard-Rhein-Preis. Am 24. Februar 2001 starb Claude Shannon in Medford, Massachusetts, an den Folgen einer langjährigen Alzheimer-Erkrankung.

### Erfinder des Bit und Wegbereiter des Informationszeitalters

Claude Shannon gilt als Wegbereiter des Informationszeitalters. Bis heute bilden seine Überlegungen die grundlegenden Prinzipien jeglicher digitaler Datenübertragung. Claude Shannon war der erste, der Information nicht bloß als Ausschnitt einer elektromagnetischen Welle ansah, sondern als eine physikalische Größe – und damit als messbar – dachte. Indem er Informationen in von ihm erfundene Einheiten – in Bits – zerteilte, wurde der für die Übertragung der jeweiligen Information notwendige Codierungsaufwand mess- und somit

vergleichbar. Der Gewinn dieser Erkenntnis: Durch die Vergleichbarkeit war es von nun an möglich, die jeweils effizienteste Art der Datenübertragung zu wählen und umzusetzen.

### Codes & Clowns / Spielzeuge eines Erfinders

Claude Shannon entsprach nicht unbedingt dem Bild des „seriösen Universitätsprofessors“ – im Gegenteil. Zeit seines Arbeitslebens sauste er auf dem Einrad durch Universitäten und Labors oder übte sich in Büros und Hörsälen im Jonglieren. Kurz vor seinem 50. Geburtstag eröffnete der begeisterte Bastler dann seinem Arbeitgeber – immerhin das Massachusetts Institute of Technology –, dass er künftig gar nicht mehr kommen, sondern nur noch zuhause im Keller an seinen Erfindungen tüfteln werde. An genau jenen Erfindungen, die heute noch viel über ihn aussagen würden, meint Deborah Douglas, Kuratorin für Wissenschaft und Technologie am MIT Museum, und: „Geistige Wendigkeit, intellektuelle Brillanz und eine gewisse Schrulligkeit sind Qualitäten, die auch das MIT als Institution ausgesprochen schätzt.“ Einen Eindruck vom Erfindungsreichtum und Witz Claude Shannons vermittelt die Ausstellung „Codes & Clowns“, deren Exponaten sein Leben und Werk nachzeichnen.

### Jonglierende Clowns

Eigentlich Dekoration für Geburtstagstorten, hat Claude Shannon drei Plastik-Clowns kurzerhand zu Hauptdarstellern seines mechanisch betriebenen „No-Drop-Juggling-Diorama“ umfunktioniert. Auf einer kleinen Bühne jonglieren die Plastikfiguren im Takt der Musik mit elf Ringen, zehn Bällen und sieben Keulen. Ihre Hand- und Kopfbewegungen sind exakt aufeinander abgestimmt. Die Jonglierkünste der drei Plastikclowns entsprechen dabei den damaligen Rekorden von Sergej Ignatov, Enrico Rastelli und Mitica Virgoaga.

### Jongliermaschinen

Das Um und Auf des Jonglierens ist die Koordination von Augen und Händen. Wenngleich aller Anfang schwer ist, lernen wir Menschen das Jonglieren ziemlich schnell. Für Roboter hingegen stellt das eine große Herausforderung dar. Selbst ein begeisterter Jongleur, baute Claude Shannon mit „Bounce Juggling“ eine Maschine, die ohne elektronische Steuerung drei Bälle jonglieren konnte. Als figürliches Vorbild diente der US-Komiker W. C. Fields.

### Zeit und Koordination

Um mit 13 Ringen, zwölf Bällen oder neun Keulen jonglieren zu können, müssen komplexe Bewegungsabläufe präzise aufeinander abgestimmt sein, muss das Timing ganz genau passen. Mit dem „Jugglometer“ hat Claude Shannon die Flugzeiten der Ringe, Bälle und Keulen elektronisch gemessen und aus den Messdaten eine mathematische Formel abgeleitet. Eine Formel, die die Anzahl der Bälle und Hände ins Verhältnis zur erforderlichen Flug- und Verweildauer setzt. Wie schwierig das Jonglieren mit mehreren Objekten ist, vermittelt der „Virtual Juggler“.

### Chaos und Ordnung

Roulette ist ein Zufallsexperiment, bei dem jede Vorhersage über den Ausgang des Spiels unmöglich ist. System gibt es dabei keines und am Ende gewinnt immer die Bank. Oder doch nicht? Gemeinsam mit Ed Thorp entwickelte Claude Shannon 1955 einen Roulette-Computer, um den Lauf der Kugel vorherzusagen. Das kleine Gerät wurde verdeckt am Körper getragen und gilt als der erste „Wearable Computer“ der Welt. Angeblich gewannen Shannon, seine Frau Betty und Ed Thorp auf diese Weise mehr als 10.000 Dollar in Las Vegas.

### Zufall und Vorhersage

Wir Menschen haben keinen „Sinn“ für Zufall und Wahrscheinlichkeit. Ganz im Gegensatz zu Claude Shannons „Mind Reading Machine“: Nach mehr als 50 Partien „Kopf oder Zahl“ hatte die Maschine gegenüber den menschlichen SpielerInnen stets „die Nase vorn“.

### Fernsteuerung

An den Bell Labs in New Jersey arbeitete er an der Fernsteuerung radargestützter Flugabwehrraketen, in seiner Freizeit baute Claude Shannon den allerersten ferngesteuerten Spielzeug-Truck. Über eine Metallplatte wurde das Fahrzeug mit Strom und Steuerbefehlen versorgt. Jahre später, Mitte der 1950er Jahre, kam schließlich das erste funkferngesteuerte Spielzeug auf den – japanischen – Markt. Und natürlich musste Claude Shannon so einen ferngesteuerten Autobus für seine Sammlung haben!

### Autonome Roboter

Claude Shannons berühmte Labyrinthmaus Theseus war eine der ersten Anwendungen Künstlicher Intelligenz. In jedem beliebigen Labyrinth fand diese Maus – gesteuert durch einen beweglichen Magneten unter dem Boden – den Ausgang, Sackgassen, aber auch den kürzesten Weg „merkte“ sich die Maschine dank ihres Speichers aus 50 Telefonrelais.

### Retro-Rechnen

1953 baute Claude Shannon aus Telefonrelais einen Tischrechner für römische Zahlen. Der „THRiftly ROfman-numeral BACkward looking Computer“ – kurz „THROBAC“ – ist zudem eine ironische Anspielung auf damals gängige Computernamen wie ENIAC, MANIAC oder EDVAC und ein schönes Beispiel für Claude Shannons Humor.

### Zauberwürfel

Am 30. Januar 1975 ließ der ungarische Bildhauer, Architekt und Designer Ernő Rubik (geb. 13. Juli 1944 in Budapest, Ungarn) seinen „Zauberwürfel“ patentieren. Zwischen 1977 und Ende 1981 verkaufte sich das dreidimensionale Puzzle weltweit mehr als 160 Millionen Mal. Zu den vielen Fans des bunten Würfels zählte auch Claude Shannon. Und er ging daran eine Maschine zu konstruieren, die das Puzzle automatisch lösen könne. Bevor er dies mithilfe des damals beliebten Apple II in die Tat umsetzen konnte, gelang dies Studierenden mit einem anderen Gerät. Claude Shannon verzichtete daraufhin auf die Fertigstellung seines Apparats. Allerdings: Mit den besten menschlichen „Speed Cubern“ kann bis heute keine Maschine mithalten. Der aktuelle Weltrekord liegt bei rund sieben Sekunden!

### Strategie im Spiel

Strategie, Zufall, Psychologie – drei entscheidende Komponenten jedes Spielverlaufs versucht die Spieltheorie mathematisch zu erfassen. Für jene Spiele, bei denen der Zufall hingegen keine Rolle spielt, gibt es optimale Gewinnstrategien, etwa für „Tic Tac Toe“ oder für „Vier gewinnt“. Alle möglichen Spielabläufe sind hier bekannt. Wer den ersten Zug macht und der Strategie folgt, verliert nie. Claude Shannon hat gleich mehrere Maschinen gebaut, die bei solchen Strategiespielen gegen menschliche Spieler bestehen können. Dazu gehören Hex, das Nim-Spiel und ein von ihm erfundenes „Switching Game“.

### Schach dem Computer

Schach hat Tradition. Seit dem 6. Jahrhundert ist das „Spiel der Könige“ in Persien belegt. Ein Spiel, bei dem es weder Zufall noch verdeckte Informationen gibt. Die Anzahl der möglichen Spielverläufe ist so groß, dass weder Mensch noch Maschine ein Spiel vollständig überblicken können. 1948 hielt Claude Shannon einen Vortrag über Schachprogramme; die Rede war dabei auch von „Caissac“, einer von ihm selbst gebauten Maschine, die mit 250 Telefonrelais mehrere Endspiele mit wenigen Figuren beherrschte. Heute kann selbst der Schachweltmeister gegen die besten Schachprogramme nicht mehr gewinnen. 1997 besiegte ein Computer zum ersten Mal den amtierenden Weltmeister, Garri Kasparow.

Übrigens: Die dritte Schachcomputer-Weltmeisterschaft der Geschichte, fand 1980, von 25. bis 29. September, im Rahmen des erst zweiten Ars Electronica Festival in Linz statt. Im Publikum fand sich damals auch Claude Shannon, der sich diesen Event nicht entgehen lassen wollte. Der Titel ging damals an das Computerprogramm „Belle“, das ein Jahr zuvor in genau jenen Bell Labs entwickelt worden war, in denen auch Claude Shannon arbeitete.

### Geheime Kommunikation

Die Verschlüsselung ist eine seit der Antike bekannte Methode, um geheime Nachrichten sicher zu übermitteln. Und auch im digitalen Zeitalter ist sichere Kommunikation von zentraler Bedeutung. Claude Shannon legte mit seinen theoretischen Arbeiten den Grundstein für eine sichere und fehlerfreie Sprach- und Datenkommunikation über Kabel oder per Funk. Er führte das „Bit“ als Maßeinheit in die Informatik ein und berechnete die Redundanz verschiedener Sprachen. Nicht zuletzt deshalb konnten Truman und Churchill während des Zweiten Weltkriegs abhörsicher miteinander telefonieren.

### Balance auf dem Einrad

Claude Shannon war begeisterter Einrad-Fahrer, ja konstruierte sich in seiner Werkstatt eigene Modelle. Er konnte auf dem Einrad balancierend mit Bällen jonglieren und machte des Abends gerne die Flure des MIT per Einrad unsicher. Die moderne Variante des Einrads ist das „Segway“ – ein zweirädriges selbstbalancierendes elektrisches Fahrzeug. Diese einachsigen Elektrofahrzeuge eignen sich für die Stadt, da sie das Gleichgewicht beim Fahren und Stehen elektronisch regeln – Claude Shannon hätte bestimmt seine Freude daran gehabt.

### Die Ultimative Maschine

„Es ist die Ultimative Maschine – die finale Entwicklung. Dahinter kommt nichts mehr.“ Dabei könnte Claude Shannons „Ultimative Maschine“ schlichter nicht aussehen: Eine kleine Holzkiste mit einem Schalter an der Vorderseite. Wird dieser Schalter umgelegt, erklingt auf einmal ein zorniges Brummen. Ganz langsam öffnet sich der Deckel der Kiste und eine schmale Hand wird sichtbar. Sie greift aus der Kiste heraus, stellt den Schalter auf „AUS“ und verschwindet wieder. Auch der Deckel fällt nun wieder zu und das Brummen verstummt.