

Sonderausstellung

Codes & Clowns

Claude Shannon –
Jongleur der
Wissenschaft

6. November 2009 –
28. Februar 2010

H

N

F



www.hnf.de

Inhalt

Vorwort	3
Ausstellungsbereiche	
Kennen Sie Shannon?	4
Jonglierende Clowns	5
Jongliermaschinen	6
Zeit und Koordination	7
Chaos und Ordnung	8
Zufall und Vorhersage	9
Fernsteuerung	10
Autonome Roboter	11
Retro-Rechnen	12
Zauberwürfel	13
Strategie im Spiel	14
Schach dem Computer	15
Geheime Kommunikation	16
Balance auf dem Einrad	17
Die Ultimative Maschine	18
Familihtag	19
Vorträge	20
Museumspädagogik	24
Führungen	26
Anhang	27

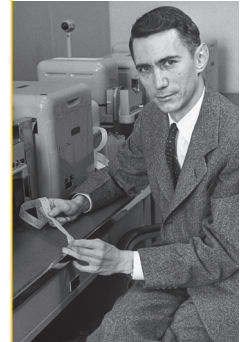
Liebe Besucher,
die Ausstellung »Codes & Clowns« präsentiert erstmals in Europa intelligente Spielzeuge von Claude Shannon, dem Wegbereiter des Informationszeitalters.

Die Ausstellung dieser einzigartigen »Gadgets« aus den Beständen des MIT Museums in Boston und der Familie Shannon wird ergänzt um mediale Inszenierungen des HNF, die die selbst gebauten Objekte in ihren technischen Gegenwartsbezug stellen.

Claude Shannon ist als Wissenschaftler, Ingenieur und Erfinder einer der Begründer der digitalen Medienwelt. Ohne ihn wären Internet und Mobilkommunikation nicht denkbar. Shannon ist aber ebenso einflussreich wie weithin unbekannt geblieben.

Freuen Sie sich auf die legendäre Maus, die selbstständig aus jedem Labyrinth findet, auf Jongliermaschinen und ferngesteuerte Fahrzeuge. Shannon fuhr Einrad, programmierte Schachcomputer und baute die »ultimative Maschine«.

Norbert Ryska
Geschäftsführung



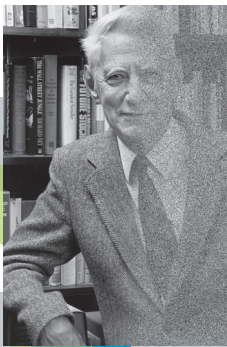
Claude Elwood Shannon:
Pionier der digitalen
Medienwelt

Kennen Sie Shannon?

Claude Shannon, amerikanischer Mathematiker und Ingenieur, ist Wegbereiter unserer digitalen Welt. Neugier, Scharfsinn, Weitsicht und ein erfrischender Humor prägten den sympathischen Theoretiker und Praktiker. Seine Informationstheorie ist das Fundament für das Übertragen und Speichern von digitalen Daten. Mit seinen Maschinen und Erfindungen hat er spielerisch Forschungsfelder eröffnet: von der künstlichen Intelligenz über die Spieltheorie bis zur Funkfernsteuerung.

Im Zentrum der Ausstellung steht die Person Shannon. Er forschte und lehrte in den USA. Shannon zeigte als erster wie Telefontechnik, elektrische Schaltungen und formale Logik zusammengehören.

Die interaktive Videoinstallation »Channel & Noise« ermöglicht den Besuchern, die analoge und digitale Funkübertragung eines Fernsehbildes zu beeinflussen: Shannon hat solche »Störungen im Kanal« in seiner Informationstheorie untersucht. Theorie wird hier für jeden praktisch erfahrbar.



Jonglierende Clowns

Drei Clowns, die ursprünglich als Tortendekoration dienten, baute Claude Shannon zu seinem mechanisch angetriebenen »No-drop-juggling-diorama« um. Auf der kleinen Bühne jonglieren die Plastikfiguren im Takt der Musik mit elf Ringen, zehn Bällen und sieben Keulen. Das waren die damaligen Rekorde in der jeweiligen Disziplin, gehalten von Sergej Ignatov, Enrico Rastelli und Mitica Virgoaga, die Claude Shannon sehr bewunderte.

Shannon achtete genau darauf, dass die Clowns realistisch jonglieren. Hand- und Kopfbewegungen und das Drehen der Keulen sind präzise aufeinander abgestimmt.

Heute liegen die aktuellen Jonglier-Rekorde bei 13 Ringen, zwölf Bällen und neun Keulen. Davon zeugen beeindruckende Videosequenzen der derzeit weltbesten Jongleure. In künstlerischen Darbietungen leuchten die Keulen in schillernden Farben und die Choreografie passt perfekt zur Musik.



Performance
Feeding the Fish, London

02

Jongliermaschinen

Die Koordination von Augen und Händen ist das A und O beim Jonglieren. Der Mensch erlernt das Jonglieren recht leicht. Für Roboter und Maschinen ist es eine Herausforderung – trotz Computersteuerung und Künstlicher Intelligenz.

Claude Shannon selbst war begeisterter Jongleur und baute eine Maschine, die ohne elektronische Steuerung mit bis zu drei Bällen («Bounce Juggling») jonglieren konnte. Als Vorbild diente der amerikanische Komiker W. C. Fields.

In der Ausstellung demonstriert der »Blind Juggler« der ETH Zürich seine Fähigkeiten bei einer Wurfhöhe von bis zu 2,5 Metern, während der Besucher die Wurfhöhe interaktiv verändert. Wie bei Shannons »Bounce Juggler« ist nicht die Steuerung intelligent, sondern die Konstruktion der faszinierend einfachen Maschine.



W. C. Fields,
Jongliermaschine



Blind Juggler

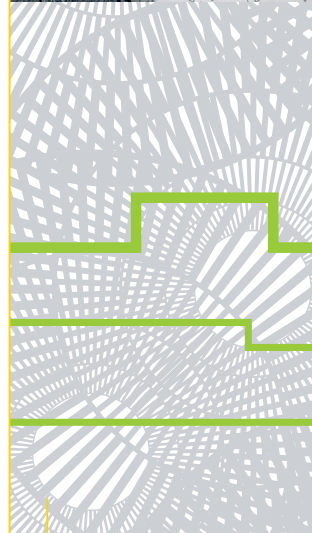
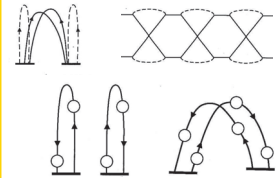
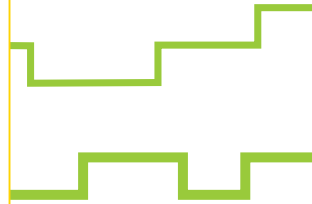
Zeit und Koordination

Die weltbesten Jongleure jonglieren mit 13 Ringen, zwölf Bällen oder neun Keulen. Um die dafür benötigten komplexen Bewegungsabläufe koordinieren zu können, ist perfektes Timing im Bereich von Millisekunden erforderlich.

Shannon hat die Flugzeiten mit seinem »Jugglometer« elektronisch gemessen und aus den Daten eine mathematische Formel abgeleitet. Sie setzt die Anzahl der Bälle und Hände ins Verhältnis zu den erforderlichen Flug- und Verweildauern.

Das Jonglieren mit realen Objekten kann der Besucher in der Ausstellung selbst ausprobieren. Dafür stehen Jonglierbälle bzw. -tücher zur Verfügung. Einfache Übungen werden erklärt und sind leicht zu lernen. Wer lieber gleich mit vielen Bällen oder Keulen hantieren möchte, probiert besser den »Virtual Juggler« am PC aus.

03



04

Chaos und Ordnung

Das Roulettespiel ist ein Zufallsexperiment. Damit ist eine Vorhersage über den Ausgang des Spiels nicht möglich. Es gibt kein System, am Ende gewinnt immer die Bank. Oder?

1955 entwickelte Claude Shannon gemeinsam mit Ed Thorp einen Roulette-Computer für die Spielcasinos in Las Vegas, um den Lauf der Kugel im Kessel vorherzusagen. Das kleine Gerät wurde verdeckt am Körper getragen und gilt als der erste »wearable computer«. Als Eingabe für die analoge Schaltung stoppte der Spieler die Umlaufzeit der Kugel und des Rouletterades. Angeblich hat Shannon gemeinsam mit seiner Frau Betty und Ed Thorp in Las Vegas mehr als 10.000 \$ gewonnen.

Der Besucher kann in der Ausstellung selbst ausprobieren, wie schwierig es ist, die Geschwindigkeit der Kugel im Kessel zu messen – per Hand! Dabei ist viel Übung erforderlich.



Skizze einer
Roulettekugelbahn



Zufall und Vorhersage

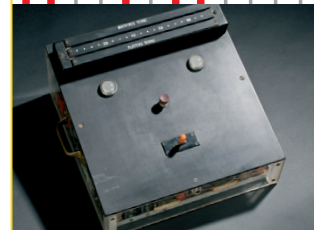
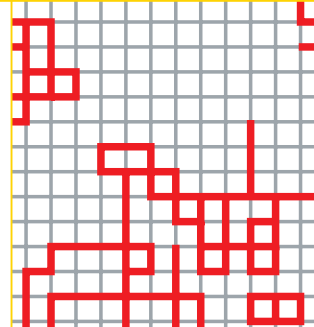
Der Mensch hat keinen »Sinn« für Zufall und Wahrscheinlichkeit. Versucht er mehrfach hintereinander, rein zufällig »Kopf« oder »Zahl« zu wählen, zeigen sich Muster und Regelmäßigkeiten.

Claude Shannon baute eine Maschine, die solche Regelmäßigkeiten erkennen und vorhersagen konnte. Seine »Mind Reading Machine« hatte nach jeweils 50 Partien »Kopf oder Zahl« gegenüber dem Menschen immer die Nase vorn.

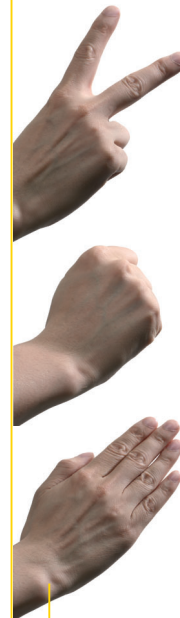
Sogar bei dem Spiel »Schnick, Schnack, Schnuck« (Schere, Stein, Papier) zeigt sich, dass trainierte Spieler bessere Vorhersagen treffen und häufiger gewinnen. Seit vielen Jahren finden Weltmeisterschaften in dieser »Disziplin« statt. Der Spielwitz besteht darin, dass jedes Objekt von einem anderen überboten werden kann. Nach dem gleichen Prinzip arbeiten viele Computerspiele, um spannende Spielverläufe zu gewährleisten.

In der Ausstellung können die Besucher gegen eine Simulation der Mind Reading Machine antreten.

05



Mind Reading Machine

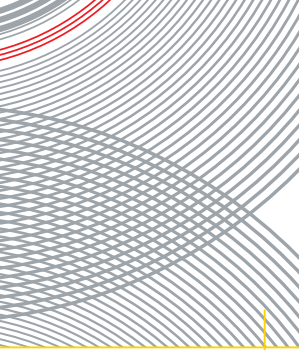
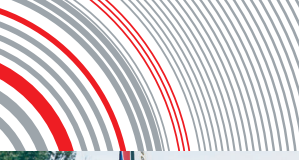
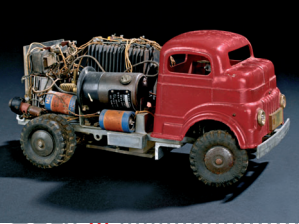
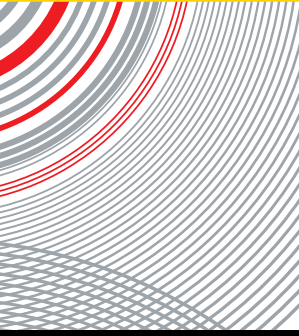


06

Fernsteuerung

An den Bell Labs in New Jersey betrieb Claude Shannon Grundlagenforschung für die Fernsteuerung radargestützter Flugabwehrraketen. In seiner Freizeit baute er einen ferngesteuerten Spielzeug-Truck. Über eine Metallplatte wurde das Fahrzeug mit Strom und Steuerbefehlen versorgt. Jahre später, Mitte der 1950er Jahre, kam das erste funkferngesteuerte Spielzeug auf den japanischen Markt – natürlich erwarb Shannon ein Exemplar des Autobusses für seine Sammlung.

Heute nutzt jedes moderne ferngesteuerte Spielzeug digitale Funktechnik für eine sichere Übertragung der Steuersignale. Die Besucher können ihre Flugkünste an verschiedenen Modellen und in unterschiedlichen Umgebungen ausprobieren – in der Computersimulation bleibt der mögliche Absturz folgenlos.



Autonome Roboter

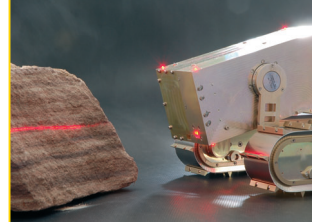
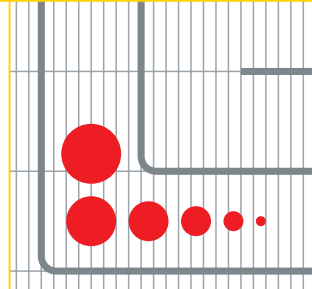
Shannons berühmte Labyrinthmaus »Theseus« war eines der ersten Beispiele für die Anwendung von Künstlicher Intelligenz. In einem beliebigen Labyrinth fand die Maus – gesteuert durch einen beweglichen Magneten unter dem Boden – immer den Ausgang. Sackgassen und den kürzesten Weg merkte sich die Maschine in einem Speicher aus 50 Telefonrelais.

Angeregt durch Shannons Labyrinthmaus finden jedes Jahr Weltmeisterschaften für Robotermause statt. Selbst auf dem Fußballfeld treten Roboter gegeneinander an. Das ehrgeizige Ziel des RoboCup-Projektes: 2050 soll die Maschinenmannschaft gegen den amtierenden Fußball-Weltmeister gewinnen.

In der Ausstellung kann der Besucher ein aktuelles Micromouse-Modell – den AIRAT II – im Labyrinth beobachten. Der Roboter besitzt einen Mikroprozessor und sechs Sensoren zur Orientierung.

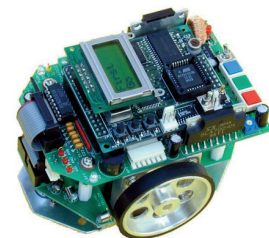
Woanders sind autonome Roboter unentbehrlich, beispielsweise in verminten, unzugänglichen oder versuchten Gebieten. Der Nanokhod ist für den möglichen Einsatz auf dem Mars entwickelt worden.

07



Nanokhod, Mars Rover

Micromouse, Roboter auf Rädern



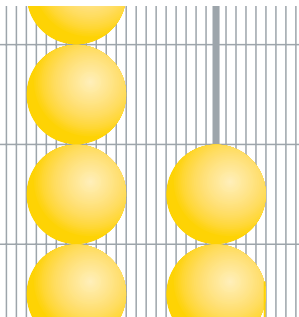
08



THROBAC: Rechner mit römischen Zahlen



iDeal, Wählscheibe für das iPhone



Retro-Rechnen

Claude Shannon war auch ein verspielter Konstrukteur und Erfinder. 1953 baute er aus Telefonrelais einen Tischrechner für römische Zahlen. Die »Retro-Maschine«, von Shannon selbst auf den Namen »THROBAC« getauft, beherrschte alle vier Grundrechenarten. Das steht für »THRiftly ROman-numeral BACKward looking Computer« und kennzeichnet die Funktionsweise des Rechners, ist aber auch eine ironische Anspielung auf die damals gängigen Computernamen etwa ENIAC, MANIAC oder EDVAC – ein schönes Beispiel für Shannons ausgeprägten Humor.

Retro ist in. Maschinen und Apparate, die neue und alte Technologien unterhaltsam miteinander verbinden, kann der Besucher in der Ausstellung bestaunen: Röhrenverstärker für MP3-Player oder Wählscheiben für das iPhone. Das Rechnen mit dem Abakus lernen japanische Kinder heute auf der Game-Konsole.

»Sudocum Romanum« ist die römische Version des beliebten Zahlenrätsels. Hier können die Besucher Kopfrechnen mit römischen Ziffern selbst ausprobieren. Das geht einfacher als erwartet.

Zauberwürfel

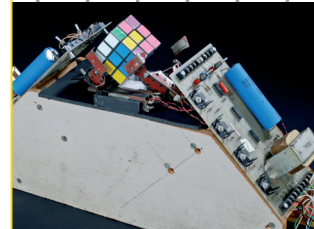
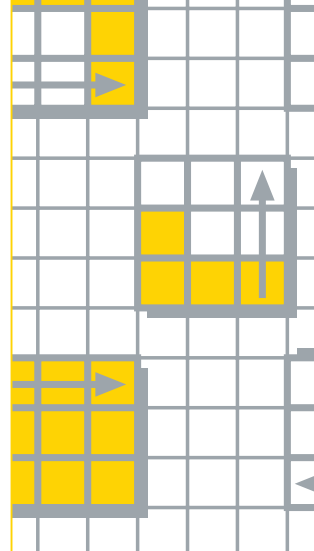
Ernő Rubik ließ seinen berühmten Zauberwürfel 1975 patentieren. In den 1980er Jahren erlangte das dreidimensionale Puzzle- und Geduldsspiel unerwartet große Beliebtheit. Bereits 1982 waren weltweit über 160 Millionen Würfel verkauft.

Auch Shannon war vom Zauberwürfel begeistert und konstruierte eine Maschine, um den Würfel automatisch zu lösen. Geplant war die Ankopplung des »Cube Manipulators« an einen Computer jener Zeit, wahrscheinlich an den bereits damals beliebten Apple II. Weil Studenten mit einem vergleichbaren Apparat aber schneller waren, hat Shannon seine Maschine nicht fertig gestellt.

Die Faszination hält an: Geschwindigkeitswettbewerbe, mathematische Forschungsergebnisse, Designobjekte, neue Puzzleformen oder Roboter, die den Zauberwürfel selbstständig lösen – alles können Besucher in diesem Ausstellungsbereich entdecken.

Mit den schnellsten menschlichen »Speed Cubern« kann heute jedoch noch keine Maschine mithalten. Der aktuelle Weltrekord liegt bei knapp über sieben Sekunden.

09



Rubiks Cube Manipulator



Zauberwürfel und Puzzles

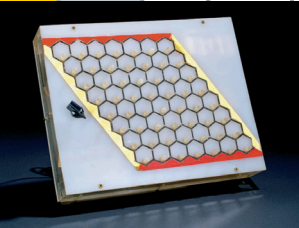


Strategie im Spiel

Strategie, Zufall und Psychologie – die Spieltheorie versucht, diese drei entscheidenden Komponenten, die einen Spielablauf bestimmen, mathematisch zu erfassen.

Für viele bekannte Spiele, bei denen Zufall keine Rolle spielt, gibt es optimale Gewinnstrategien, z. B. für das bekannte »Tic Tac Toe« oder »Vier gewinnt«. Alle möglichen Spielabläufe sind bekannt. Wer den ersten Zug macht und der Strategie folgt, verliert nie.

Shannon hat gleich mehrere Maschinen gebaut, die bei einfachen Strategiespielen gegen menschliche Mitspieler bestehen können. Dazu gehören Hex, das Nim-Spiel und ein von ihm erfundenes »Switching Game«. Für das Hex-Spiel wurde bewiesen, dass es immer eine optimale Gewinnstrategie gibt. Der Beweis verrät leider nicht, wie man diese Strategie findet.



Strategiespielmaschine
»Hex«



Strategiespiel
»Vier gewinnt«

Schach dem Computer

Das Schachspiel hat eine uralte Tradition und ist seit dem 6. Jahrhundert in Persien belegt. Es gibt beim Schach weder Zufall noch verdeckte Informationen. Doch die Anzahl möglicher Spielverläufe ist so groß, dass weder Mensch noch Maschine ein Spiel vollständig überblicken können.

Claude Shannon hat 1948 einen wichtigen Vortrag über Schachprogramme gehalten. »Caissac« nannte er seine selbstgebaute Maschine, die mit 250 Telefonrelais mehrere Endspiele mit wenigen Figuren beherrschte.

In seiner Sammlung befanden sich auch einige kommerzielle Schachcomputer – Schachroboter waren für ihn besonders spannend.

Heute kann auch der Schachweltmeister nicht mehr gegen die besten Schachprogramme gewinnen. 1997 besiegte ein Computer den damals weltbesten Schachspieler Garri Kasparow. Dieses spannende Duell kann der Besucher noch einmal miterleben. Gegen das starke Schachprogramm Fritz 11 wird er wohl nicht gewinnen – aber gegen die Algorithmen der Pioniere Claude Shannon und Alan Turing besteht eine realistische Chance.



Novag Chess Computer



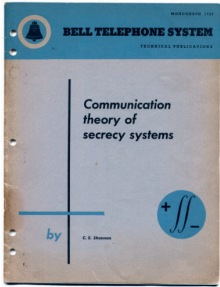
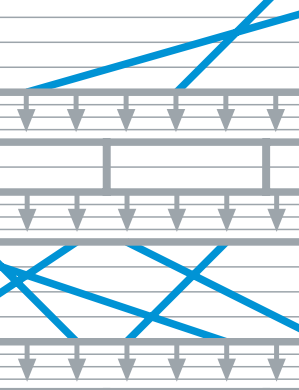
12

Geheime Kommunikation

Die Verschlüsselung ist eine seit der Antike bekannte Methode, um geheime Nachrichten sicher zu übermitteln. Im digitalen Zeitalter ist sichere Kommunikation gerade in Computer- und Mobilfunknetzen 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. Dank seiner Mitarbeit konnten im Zweiten Weltkrieg Truman und Churchill abhörsicher miteinander telefonieren. Heute erlauben Kryptohandys eine verschlüsselte mobile Kommunikation.

An einer interaktiven Medienstation können die Besucher ausprobieren, wie sich die Datenkompression auf die Qualität von Bildern, Videos oder Musik auswirkt.



Shannons Publikation zur Kryptographie, 1949



System zur Sprachverschlüsselung

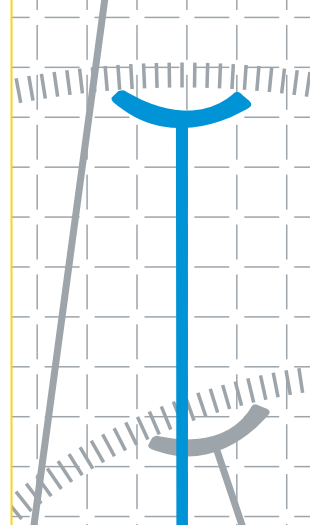
13

Balance auf dem Einrad

Claude Shannon war begeisterter Einradfahrer und baute in seiner Werkstatt eigene Modelle. Er konnte auf dem Einrad balancierend mit Bällen jonglieren und fuhr abends gerne über die Flure des MIT.

Heute können auch Roboter auf dem Einrad fahren. Den Besucher erwarten aktuelle Geschwindigkeitsrekorde auf dem Einrad und die rasante Abfahrt vom höchsten Berg Deutschlands, der Zugspitze, hinunter ins Tal.

Segways sind die moderne Variante des Einrades; es handelt sich um ein zweirädriges selbstbalancierendes elektrisches Modell. Diese einachsigen Elektrofahrzeuge eignen sich für die Stadt, da sie das Gleichgewicht beim Fahren und Stehen elektronisch regeln – Shannon hätte bestimmt seine Freude daran gehabt.



14

Die Ultimative Maschine

»Es ist die Ultimative Maschine – die finale Entwicklung. Dahinter kommt nichts mehr. Sie stand auf Claude Shannons Schreibtisch und machte die Leute verrückt. Nichts hätte einfacher aussehen können. Eine schlichte, kleine Holzkiste, nicht größer als eine Zigarrenbox, mit einem Schalter an der Vorderseite. Wer diesen Schalter umlegt, hört ein zorniges, entschlossenes Brummen. Der Deckel öffnet sich langsam, eine Hand erscheint aus dem Inneren. Sie greift aus der Kiste heraus, legt den Schalter wieder um und verschwindet rasch zurück in die Box. Mit der Endgültigkeit eines sich schließenden Sarges fällt der Deckel zu, das Brummen verstummt und neuerlich kehrt friedliche Ruhe ein.«

(Arthur C. Clarke in »Voices across the Sea«)

Besucher können in der Ausstellung versuchen, die Ultimative Maschine aus der Reserve zu locken. Das HNF hat – frei nach Claude Shannon – eine Ultimative Maschine nachgebaut.



Ein/Aus: die Ultimative Maschine



Familientag

So 29. November 10 - 18 Uhr

Familientag

»Kennen Sie Shannon?«

Am Familientag dürfen Jung und Alt die modernen Versionen der »Shannon Toys« ausprobieren. Lenken Sie ferngesteuerte Flitzer und probieren Sie Funkgeräte aus. Computerspiele warten auf eifrige Tester und mit Glück kann man diese bei einer Verlosung gewinnen.

Finden Sie Ihren Weg aus dem Labyrinth und lassen Sie sich von Shannons Begeisterung für das Jonglieren mitreißen. Hier können Sie selbst versuchen, Bälle oder Tücher in der Luft zu halten. Wie man Jonglieren physikalisch erklären kann, das erfahren Sie in einem Vortrag.

Kostenlose Führungen durch die Sonderausstellung bieten einen Einblick in das Leben des ebenso genialen wie verspielten Wissenschaftlers Claude Shannon.

Der Eintritt ins HNF ist frei.



Ein Erlebnistag für die ganze Familie



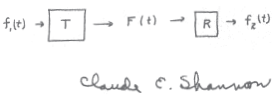
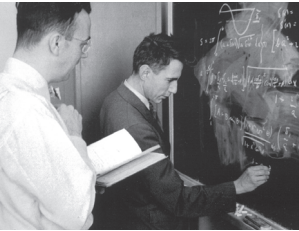
Do 05. November Beginn: 18 Uhr

Eröffnungsvortrag: Kennen Sie Shannon?

PROF. DR. DR. JOACHIM HAGENAUER,
LEHRSTUHL FÜR NACHRICHTENTECHNIK,
TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Jeder kennt Einstein, den genialen Begründer der Relativitätstheorie. Weit weniger bekannt ist Claude Elwood Shannon (1916-2001), der Begründer der Informationstheorie. Die 1948 entstandenen grundlegenden Arbeiten von Shannon haben auf das Alltagsleben der Menschen im digitalen Zeitalter mehr Einfluss als die von Einstein. So gehen etwa die Grundlagen der CD, der Handyübertragung, der Modems und des WLANs, die Verschlüsselung von Nachrichten, die Kompression von Files im Computer und sogar die Definition des Bits auf Shannon zurück. Der Vortrag stellt den Menschen, Wissenschaftler und Spieler Shannon vor und versucht auf einfache Weise, die grundlegenden Forschungsarbeiten von Shannon und ihren Einfluss auf unsere digitale Welt verständlich zu machen.

Geschlossener Teilnehmerkreis



Shannon und sein Kommunikationsmodell

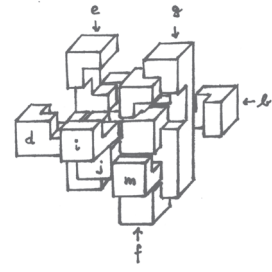


Do 10. Dezember 19 Uhr

Alles über Puzzles

PROF. DR. WILLEM VAN DER POEL,
TECHN. UNIVERSITÄT DELFT, NIEDERLANDE

In dem Vortrag wird eine Vielfalt verschiedener mechanischer Puzzles vorgestellt und vorgeführt. Der Referent präsentiert Puzzlearten wie Zerlegepuzzles und Wortpuzzles und das berühmte »van der Poel-Puzzle« darf dabei natürlich nicht fehlen. Dieses Puzzle hat er durch seine räumliche Vorstellungskraft entwickelt. Sie erfahren auch, was Puzzles mit Mathematik und Physik zu tun haben. Sie sind in der aktuellen Wirtschaftskrise eine willkommene Ablenkung.



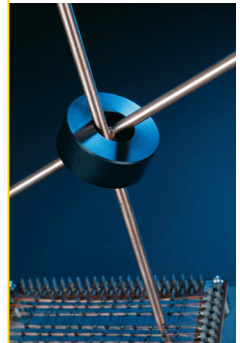
Anleitung für das »van der Poel-Puzzle«

Mi 13. Januar 2010 19 Uhr

Was ist »Information«? – von Claude Shannon bis heute

PROF. DR. HANS BURKHARDT, LEHRSTUHL FÜR INFORMATIK, UNIVERSITÄT FREIBURG

Unsere Gesellschaft ist ohne digitale Kommunikation fast undenkbar. E-Mails, SMS und Telefonate begegnen uns ständig. Die Informationen sollen klar, sicher und schnell vom Sender zum Empfänger gelangen. Ermöglicht wird diese Technik durch die Ideen, die Shannon entwickelt hat, dass die Digitalisierung große Vorteile gegenüber einer Übertragung von analogen Signalen bietet. Am Beispiel der Bildsuche und Codierung erfahren die Besucher, welche Bedeutung die Überlegungen von Shannon bis heute haben.



Ferritkern als 1-Bit-Speicher



MP3-Player sind überall im Einsatz



Digitale Datenkompression auch für analoge Musik

Mi 27. Januar 2010 19 Uhr

Musik- und Videoübertragung im digitalen Zeitalter

PROF. DR. DR. KARLHEINZ BRANDENBURG,
FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR DIGITALE
MEDIEN TECHNOLOGIE, ILMENAU

Der Vortrag führt in die Geschichte der digitalen Übertragung von Mediendaten ein und erklärt von Shannon erfundene Technologien, die heute die Grundlagen für digitales Fernsehen und MP3-Player bilden. Dazu werden aktuelle Entwicklungen vorgestellt, welche die Medien der Zukunft prägen werden: Interaktive 3D-Welten (VR) und Technologien, die dabei helfen sollen, uns im Labyrinth der unbegrenzten Medienvielfalt zurechtzufinden. Die Digitaltechnik erzeugt diese Vielfalt, denn die Übertragung von Filmen, Musik und Sprache ist heute nicht nur über Rundfunk, sondern auch über drahtgebundene oder drahtlose Telefonnetze möglich.

Mi 10. Februar 2010 19 Uhr

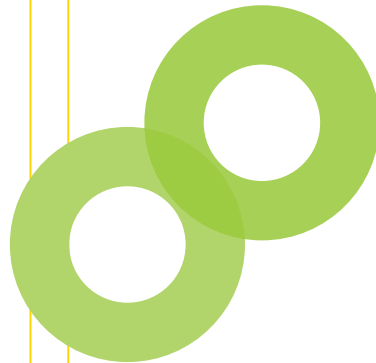
Rechnen mit Isaak. Oder: Wie rechneten die alten Römer?

Kurzvortrag und szenische Lesung
PROF. DR. WALTER OBERSCHELP,
RHEINISCH-WESTFÄLISCHE TECHNISCHE
HOCHSCHULE AACHEN

Wie rechneten die alten Römer? Die römischen Zahlen lassen auf den ersten Eindruck das Rechnen schwierig erscheinen, denn wie viel LVII + XI ist, erschließt sich nicht sofort. Es macht aber nachdenklich, dass es über ein halbes Jahrtausend gedauert hat, bis in Mitteleuropa diese angeblich so unbrauchbaren Zahlen durch unsere heutigen arabischen Zahlen verdrängt wurden. Mit einfachen Tricks kann man aber auch mit den römischen Zahlen gut rechnen. Nach einer interessanten Einführung werden vier Personen in einem Gespräch die römische Rechenkunst erläutern. Dabei schlüpfen sie in historische Rollen und lassen die Geschichte wieder aufleben.



Rechnen mit römischen Zahlen





Mi	18.	November	15 - 18 Uhr	7 - 9 Jahre
Do	10.	Dezember	15 - 18 Uhr	7 - 9 Jahre
Fr	15.	Januar	15 - 18 Uhr	7 - 9 Jahre
Di	02.	Februar	15 - 18 Uhr	7 - 9 Jahre

Abenteuer Roboter

Hast du Lust auf spannende Abenteuer? Dann bist du in diesem Workshop genau richtig. Erwecke ein hungriges Krokodil, tanzende Vögel und trommelnde Affen zum Leben. Wie das Abenteuer ausgeht, hast du in der Hand.

Teilnahmebeitrag: 10 Euro

Anmeldung verbindlich: 05251-3066-61

Sa	21.	November	10.30 - 14 Uhr	10 - 15 Jahre
Sa	12.	Dezember	10.30 - 14 Uhr	10 - 15 Jahre
Sa	23.	Januar	10.30 - 14 Uhr	10 - 15 Jahre
Sa	20.	Februar	10.30 - 14 Uhr	10 - 15 Jahre

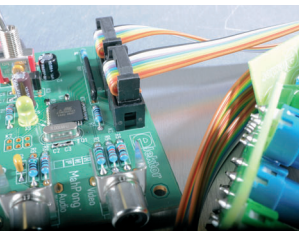
Lötwerkstatt Spezial

Um an diesem Workshop teilzunehmen, bringst du ein Großeltern- oder Elternteil mit. Gemeinsam lötet ihr Elektronikbauteile auf eine Platine. Das Ergebnis ist eines der berühmtesten Videospiele der 1970er Jahre: das Pong-Spiel.

Teilnahmebeitrag für

2 Personen inkl. Bausatz : 60 Euro

Anmeldung verbindlich: 05251-3066-61



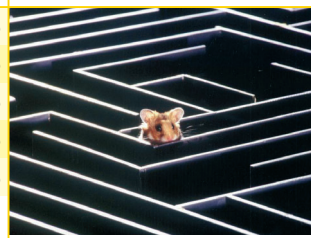
Di	24.	November	15 - 16.30 Uhr	10 - 13 Jahre
Mi	16.	Dezember	15 - 16.30 Uhr	10 - 13 Jahre
Mi	13.	Januar	15 - 16.30 Uhr	10 - 13 Jahre
Do	04.	Februar	15 - 16.30 Uhr	10 - 13 Jahre
Fr	26.	Februar	15 - 16.30 Uhr	10 - 13 Jahre

Spielothek

Was haben digitale Datenübertragung, eine Jongliermaschine, eine Robotermaus, ein römischer Taschenrechner und Strategiespiele gemeinsam? Sie wurden von dem amerikanischen Mathematiker Claude Shannon entwickelt. Auf dich wartet eine spannende und aktive Spurensuche im Leben eines verspielten Wissenschaftlers.

Teilnahmebeitrag: 5 Euro

Anmeldung verbindlich: 05251-3066-61



Kennen Sie Shannon?

Sie können Führungen durch die Sonderausstellung bei unserem Besucherservice buchen: Tel. 05251 – 3066-63 (Mo bis Fr 8-17 Uhr), Fax 05251 – 3066-69 oder unter service@hnf.de sowie direkt im Internet unter www.hnf.de/Formulare/Formular_Buchung_Fuehrungen.asp

Die Führung »Kennen Sie Shannon?« durch die Ausstellung dauert 45 Minuten. Kosten: Di – Fr 30 Euro, Sa/So 40 Euro pro Gruppe zzgl. Eintritt; max. 15 Teilnehmer
An Wochenenden bietet das HNF kostenlose öffentliche Führungen um 16 Uhr an.

Eintritt:

Erwachsene: 3 Euro, ermäßigt: 1,50 Euro,
Familienkarte: 6 Euro

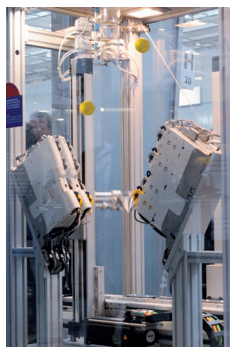
Kombikarte »Claude Shannon« und

Dauerausstellung:

Erwachsene: 6 Euro, ermäßigt: 4 Euro,
Familienkarte: 12 Euro

Allgemeinbildende und berufsbildende Schulen, Universitäten, Fachhochschulen sowie Grundwehr- und Zivildienstleistende in Gruppen haben freien Eintritt nach vorheriger Anmeldung.

Gebuchte Führungen können Sie bis zu zwei Werktagen vor Ihrem Besuch kostenfrei stornieren. Bei später eingehenden Stornierungen oder Nichterscheinen werden Ihnen die Kosten unabhängig vom Grund der Verhinderung in Rechnung gestellt.



Jonglator, Fa. Lenze

Ausstellungsteam

Projektleitung	Norbert Ryska
Kuratoren	Dr. Stefan Stein, Dr. Jochen Viehoff
Museumspädagogik	Irmgard Rothkirch, Frauke Strunz
Begleitveranstaltungen	Irmgard Rothkirch, Museumspädagogik Dietmar Schulte, Wirtschaft und Gesellschaft
Marketing	Dr. Wiltrud Oelinger-Platz
PRÖ/Internet	Andreas Stolte, Katrin Rottmann
Restaurierung	Bernhard Fromme
Exponatverwaltung	Hubert Rennerich
Technik	Gregor Golombek, Dirk Preugschat
Medien	Heinz Rodehutschord, Dr. Jochen Viehoff
Gestaltung	Regina Padberg

Fotos: HNF/Jan Braun, alle bis auf: Eisenstaedt, Life Photo Archive: S. 3 · aberenyi, fotolia.com: S. 8 u · Atelier Schnug: S. 8 o · Feeding the Fish: S. 5 u · Korpos, fotolia.com: S. 22 u · Lenze: S. 26 u · MIT: S. 4 u, 6 o, 11 o, 20 · Murata: S. 17 o · Novag: S. 15 o · NSA Museum: S. 16 u · Redington, ALLSPORT: S. 15 u · Schmidt, fotolia.com: S. 22 o · Segway: S. 17 u · van der Poel: S. 21 o · Viehoff: S. 4 o, 5 o, 24 u · von Hoerner & Sulger: S. 11 m · wikipedia: S. 9 u · Züblin: S. 6 u

Leihgeber: Fam. Shannon, Winchester · Chessbase, Hamburg · Feeding the Fish, London · Graupner GmbH, Kirchheim · GSMK Berlin · H. P. Ketterling, Berlin · LZPD, Duisburg · Lenze GmbH, Hameln · M. Mack, Tübingen · MIT Museum, Boston · MMS, Paderborn · Museum f. Kommunikation, Frankfurt a. M. · Robowatch Technologies, Berlin · Rohde & Schwarz SIT GmbH, Berlin · J. Roth, Herts, U.K. · G. Schwarzbeck Mess-Elektronik, Schönau · Urban Mobility Germany, Deggendorf · von Hoerner & Sulger GmbH, Schwetzingen · H. Waldschütz, Leipzig · J.A. van der Zijden, Duivendrecht

Projektpartner: Prof. Dr. Dr. K. Brandenburg, Ilmenau · Prof. Dr. H. Burkhardt, Freiburg · D. Douglas, PhD, Boston · ETH Zürich · M. Feist, Hamburg · R. Glaschick, Paderborn · D. Hagelbarger, PhD, USA · Prof. J. Hagenauer, München · D. Kahn, New York · Prof. Dr. W. Oberschelp, Aachen · A. Roch, Universität Groningen · P. Shannon, PhD, Boston · R. Staritz, Bamberg · Prof. W. van der Poel, Delft

