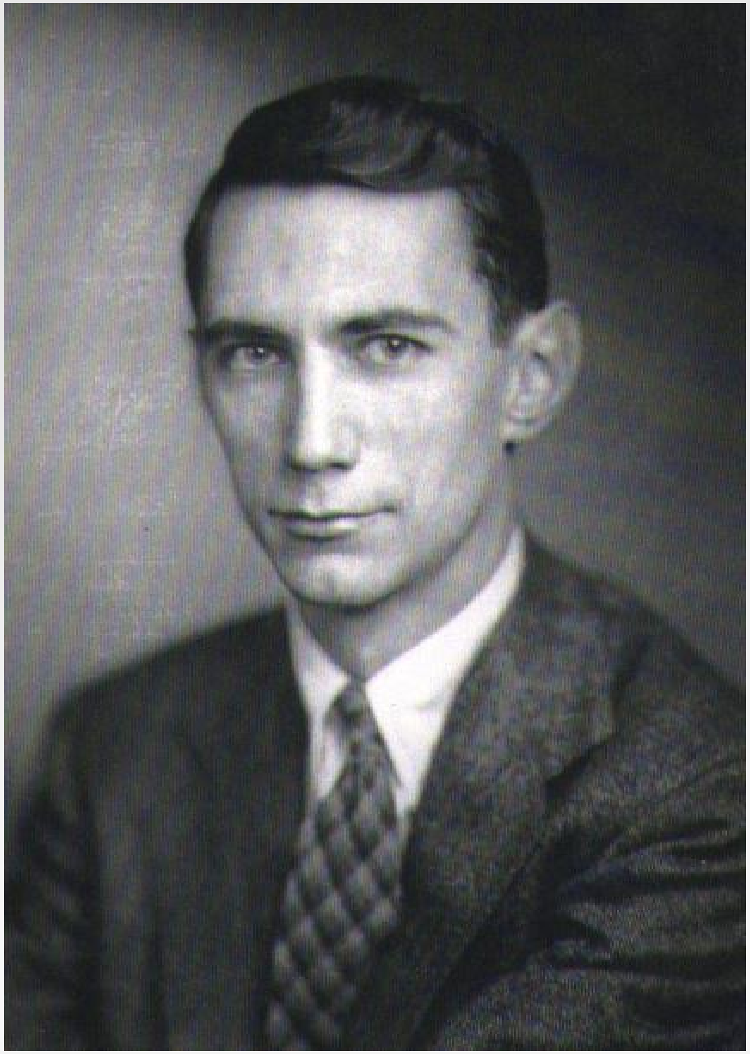
Claude E. Shannon

Informationstheorie

22.12.2009 - Markus Fußenegger

Biographie

- Geboren: 30. April 1936
- Verheiratet mit: Mary Elizabeth
- 3 Kinder
- Gestorben: 24. Februar 2001



Laufbahn

- 1932 Immatrikulation an der Universität Michigan
- 1936 Bachelor in Mathematik und Elektrotechnik
- 1936 Forschungsassistent am M.I.T
- 1940 Doktor in Mathematik und Elektrotechnik
- 1940 Arbeit in Princeton unter Hermann Wesyl
- 1942 Forschungsarbeit in den Bell Laboratories

Arbeit in den Bell Labs

- Arbeitete 15 Jahre in den Bell Labs
- Enwickelte die Kommunikationstheorie
- Forschung an Kodierungen und Kryptographie

Zweite Unilaufbahn

- 1958 wurde er Professor am M.I.T
- 1978 emeritiert

Wichtige Arbeiten

- A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits (1938)
- A Mathematical Theory of Cryptography (1945)
- A Mathematical Theory of Communication (1948)
- Programming a Computer for Playing Chess (1950)

Freizeit

"I´ve spent lots of time on totally useless things." - Claude E. Shannon

- Unnütze Maschinen bauen
- Jonglieren
- Einrad fahren
- Spielte Klarinette

Auszeichnungen

- Alfred Nobel Preis (1940)
- IEEE Medal of Honor (1966)
- Kyoto Preis (1985)
- Ehrendoktor in Yale, Oxford, Princeton, ...

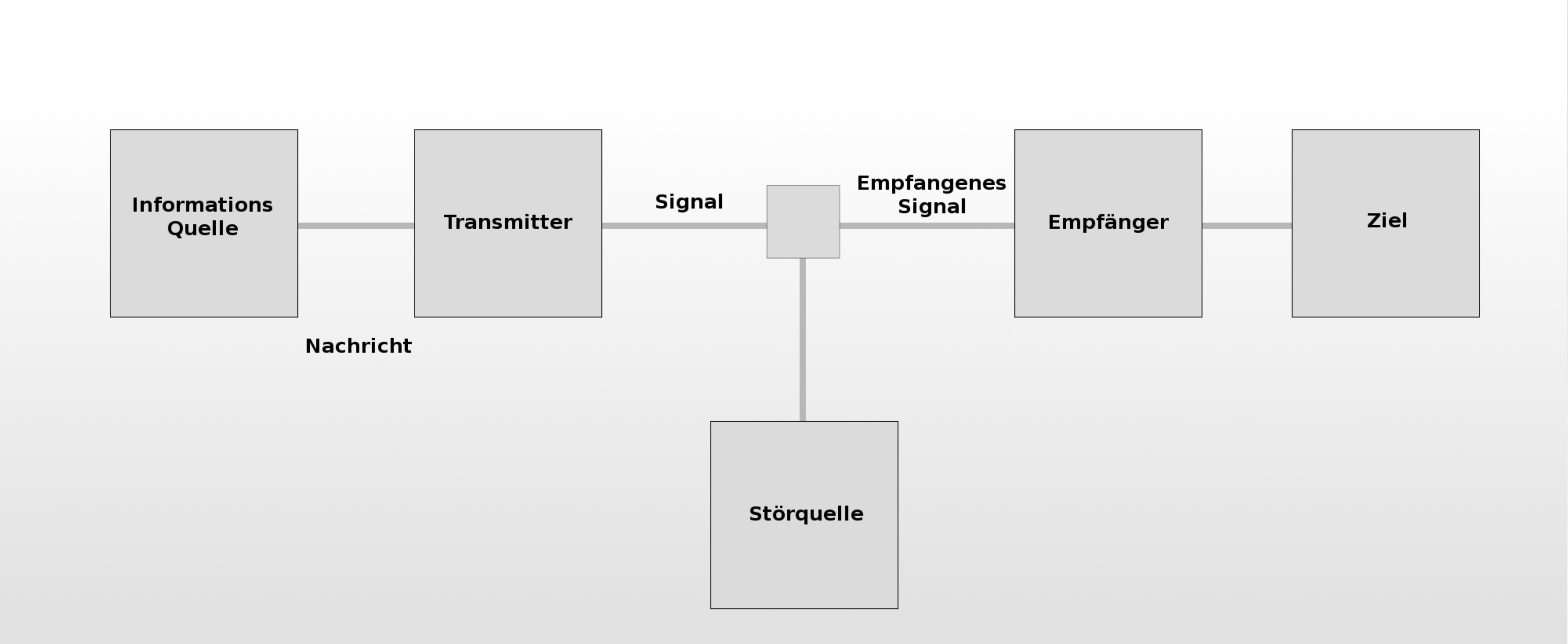
Informationstheorie

- Veröffentlicht 1948
- ”The Mathematical Theory of Communication”

3 Ebenen Kommunikationsproblem

- Level A:
  - Wie akkurat können Symbole transportiert werden? (Technisches Problem)
- Level B:
  - Wie genau entsprechen die übertragenen Symbole der gewünschten Bedeutung?
    (Semantisches Problem)
- Level C:
  - Wie genau wird die empfangene Bedeutung interpretiert? (Effizienz Problem)

Kommunikationssystem



Kanalkapazität

Die Kapazität ist definiert durch

$$C = \lim_{T \to \infty} \frac{\log(N(T))}{T}$$

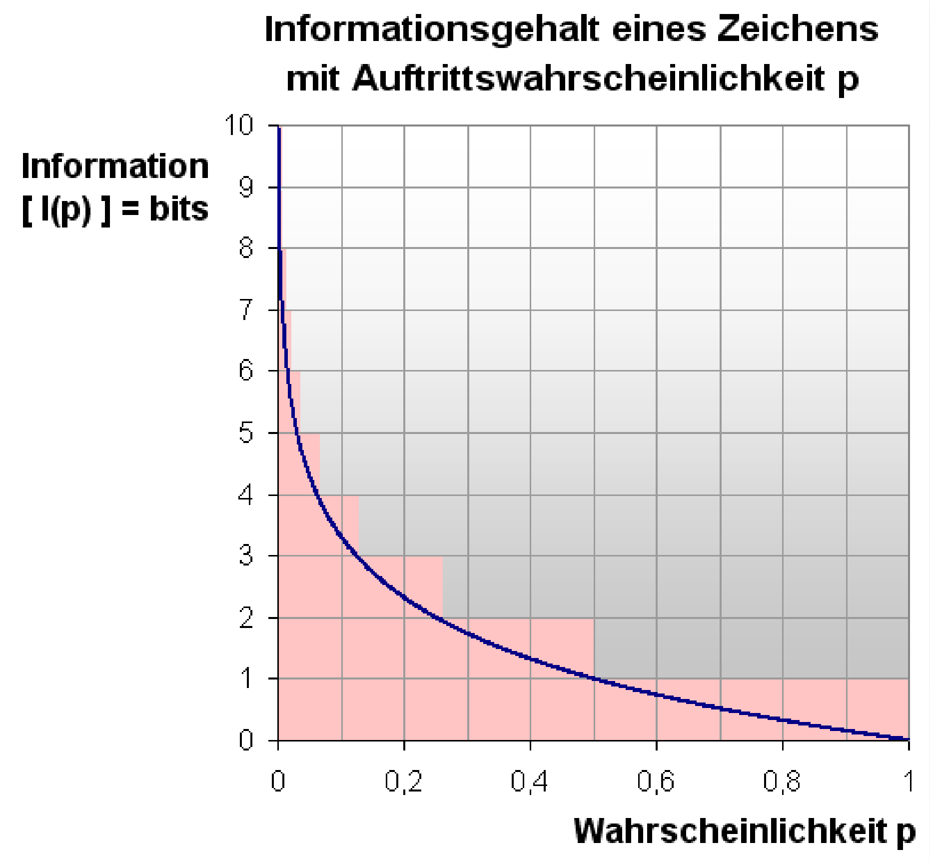
wobei $N(T)$ *die Anzahl von erlaubten Signalen der Zeit* T *ist.*

Nachrichtenquelle und Entropie

- Statistischer Prozess
- Entropie der Quelle ist ein Maß für den mittleren Informationsgehalt oder für beseitigte Unsicherheit

$$H = -\sum_{i=1}^{m} p_i * \log_2(p_i)$$

Informationsgehalt



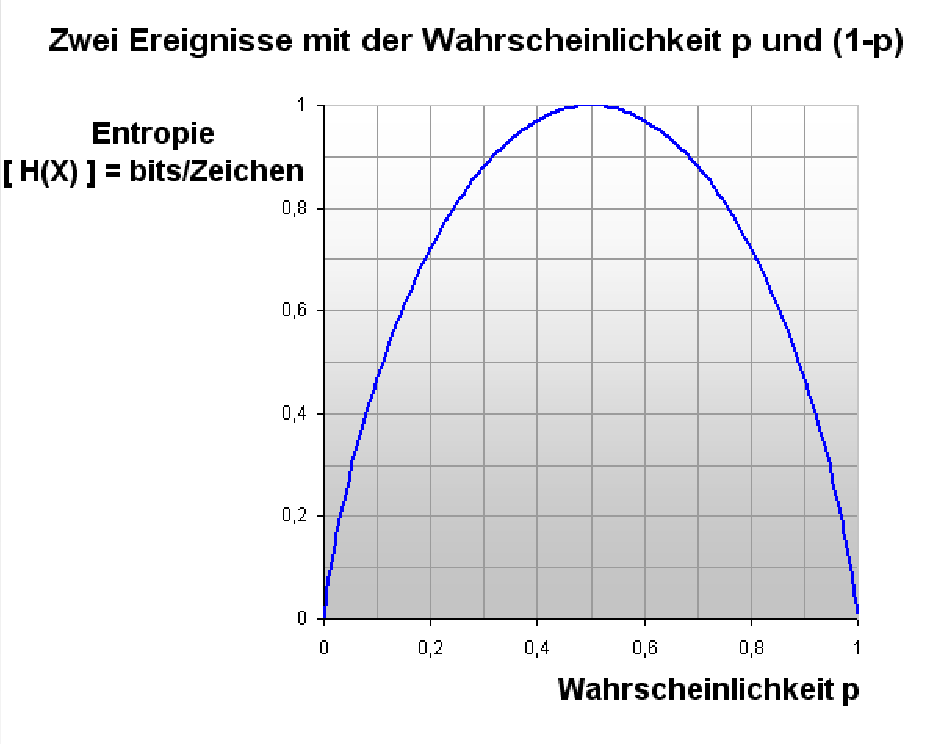
Münzwurf

- Wahrscheinlichkeiten:
  p = 0.5
  q = 0.5

$$H = -(p * \log_2 p + q * \log_2 q)$$

$$H = -(p * \log_2 p + (1-p) * \log_2 (1-p))$$

- Diese Funktion wird auch die Binäre Entropie Funktion bezeichnet und als H(p) notiert.



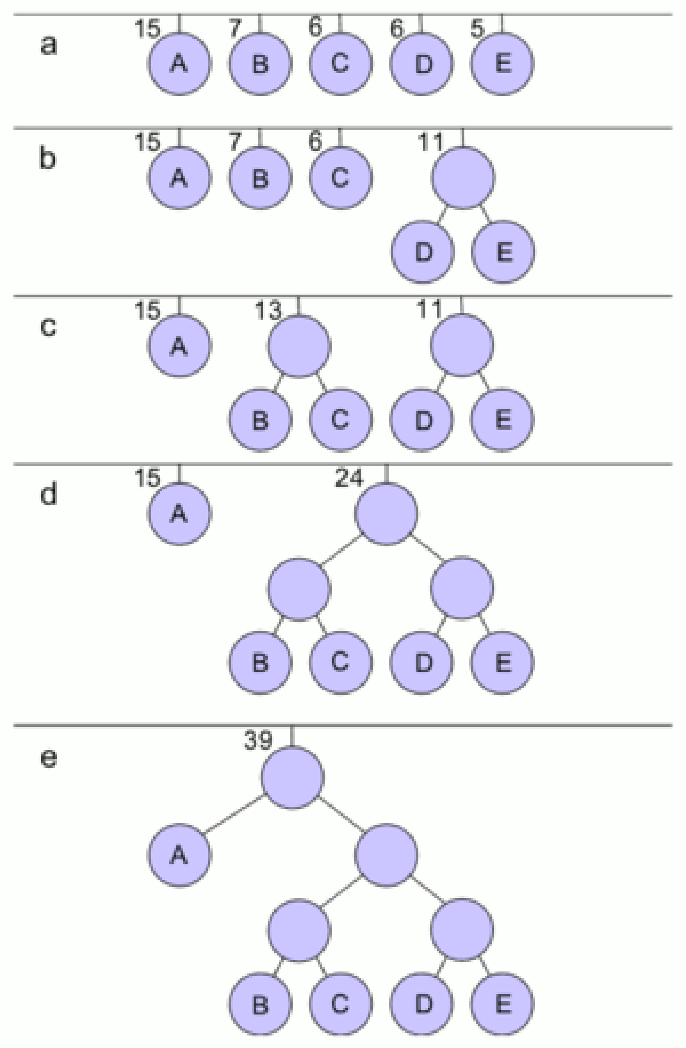
Kodierung

- Shannons Quellcodierungssatz
- Entropie untere Schranke
- Maximale Übertragungsrate C / H

Huffmancode

- A = 15; B = 7; C = 6; E = 5

- H = 2.16 Bit/Zeichen
- HC = 2.23 Bit/Zeichen



Kanal mit Störgeräuschen

- H(x) = gesendetete Signal
- H(y) = empfangenes Signal
- Hx(y) und Hy(x) = Entropie des empfangenen Signals falls das Ausgangssignal bekannt war und umgekehrt

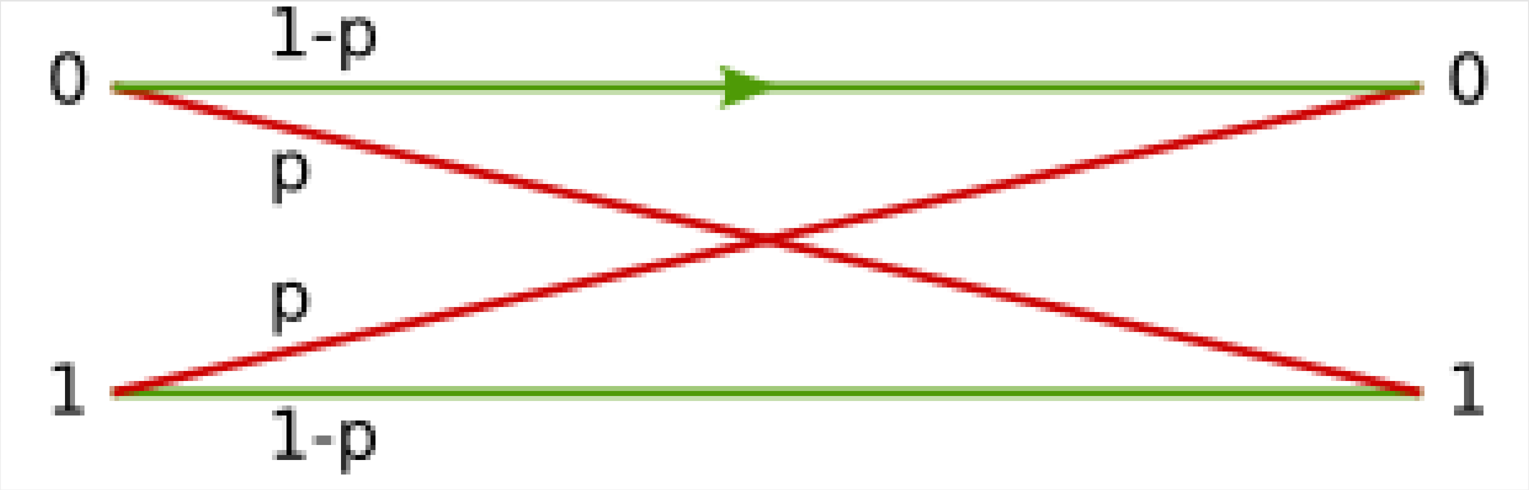
$$H(x, y) = H(x) + H_x(y) = H(y) + H_y(x)$$

$$C = Max(H(x) - H_y(x))$$

Fundamentale Satz

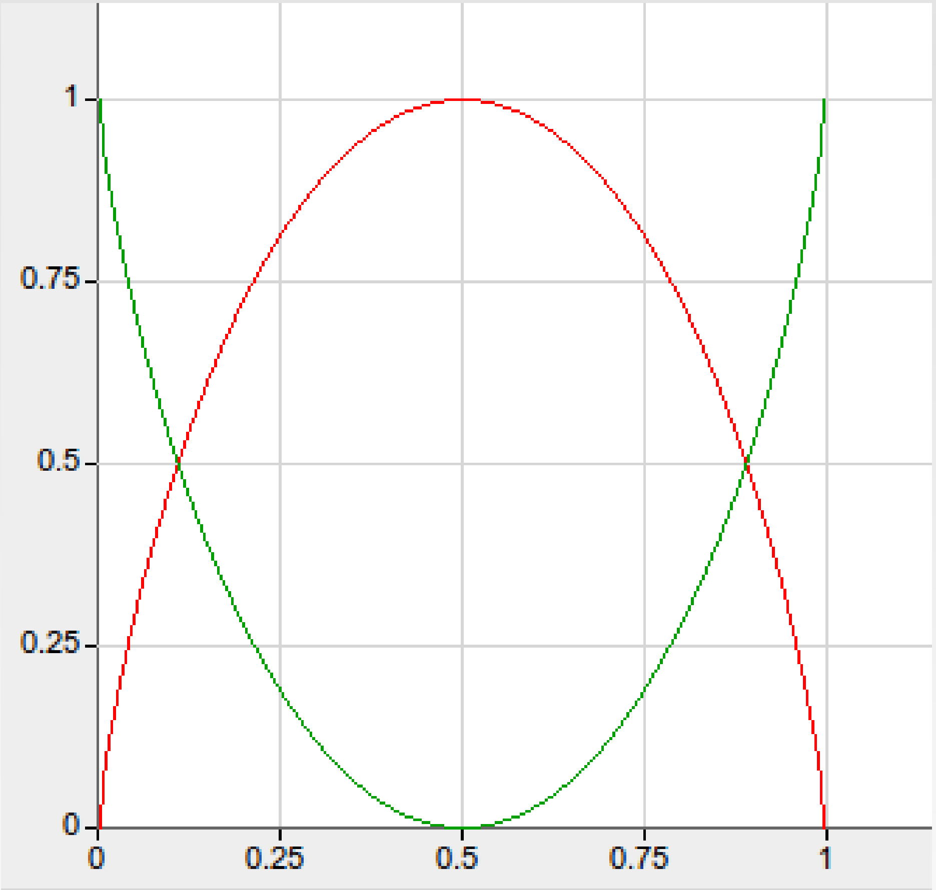
- Vor Shannon: Verminderung der Fehlerwahrscheinlichkeit durch mehr Redundanz
- Falls Quellentropie < Kanalkapazität
- Ist es möglich eine Kodierung zu finden bei der die Fehlerwahrscheinlichkeit marginal ist

Binärer symetrischer Kanal



Kapazität BSC

- Rot: H(p)
- Grün: 1 - H(p)



Auswirkungen

- Extrem fundamentale Theorie
- Findet überall Anwendung
- Auch außerhalb der Informatik

Shannons Maschinen

- Ultimate Machine
- Theseus
- Mind-Reading Machine
- Schachcomputer

Quellen

- A Mathematical Theory of Communication (1948) – Claude E. Shannon