

CLT2018

INFORMATIONSTHEORIE

Signal und Rauschen



- Gesellschaft akkumuliert Wissen und KnowHow
- individuelle Kapazität < Netzwerkkapazität
- Kmax wächst mit der Anzahl der Individuen

- Wissen und KnowHow verteilen sich entlang der Populationsdichte

- Wissen? KnowHow? Information!
- Zustand oder Ereignis mit Wahrscheinlichkeit
- Auftreten im Bereich „Steuerung oder Regelung in Systemen mit Wechselbeziehungen“

• • •

• • •

• • •

GENAU!

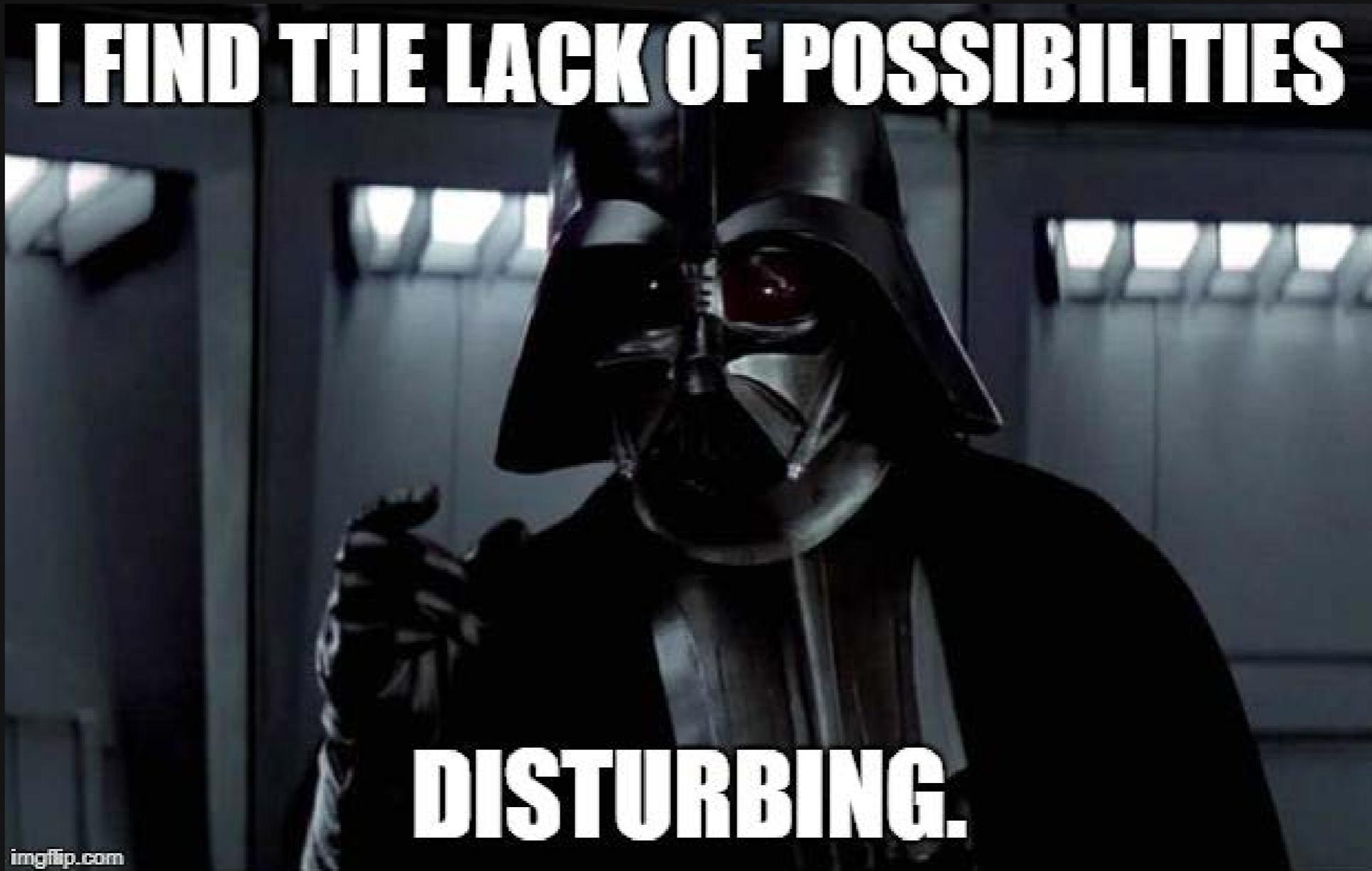
- mathematisches Grundgerüst der Kybernetik
- Informationstheorie \in Kommunikationstheorie
- deskriptiver Unterbau zur Telekommunikation
- Schnittstelle zu Ing.-Wissenschaften und verschiedenen MINT-Bereichen

1. Information quantifiziert+analysiert
2. mathematische Bewertung v. Nachrichten

alambaka boili [-_--___]
er sah an das Flussufer

alambaka boili [----_ _]
er kochte seine Schwiegermutter

I FIND THE LACK OF POSSIBILITIES



DISTURBING.

imgflip.com

1. zusätzliche Sprachdimension: Tonalität
 2. Anschein:
Sprache - Buchstaben - binäre Strings
- Analphabetismus: unmittelbare Abstraktion

Lösung: absichtliche Redundanz

Mond = der Mond sieht auf die Erde herab

B=Bravo

V=Viktor

$$H = n \log s$$

H=Menge an Information

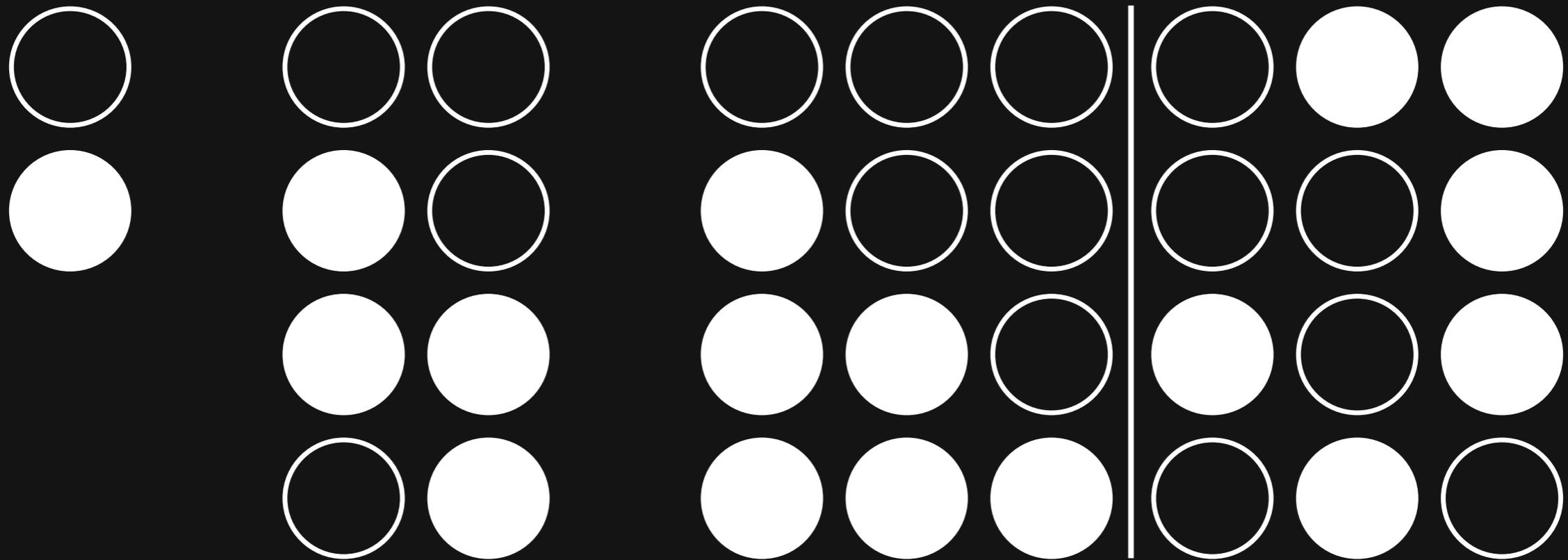
n=benötigte Symbole

s=verfügbare Symbole

weniger s -> mehr n bei konstanter H

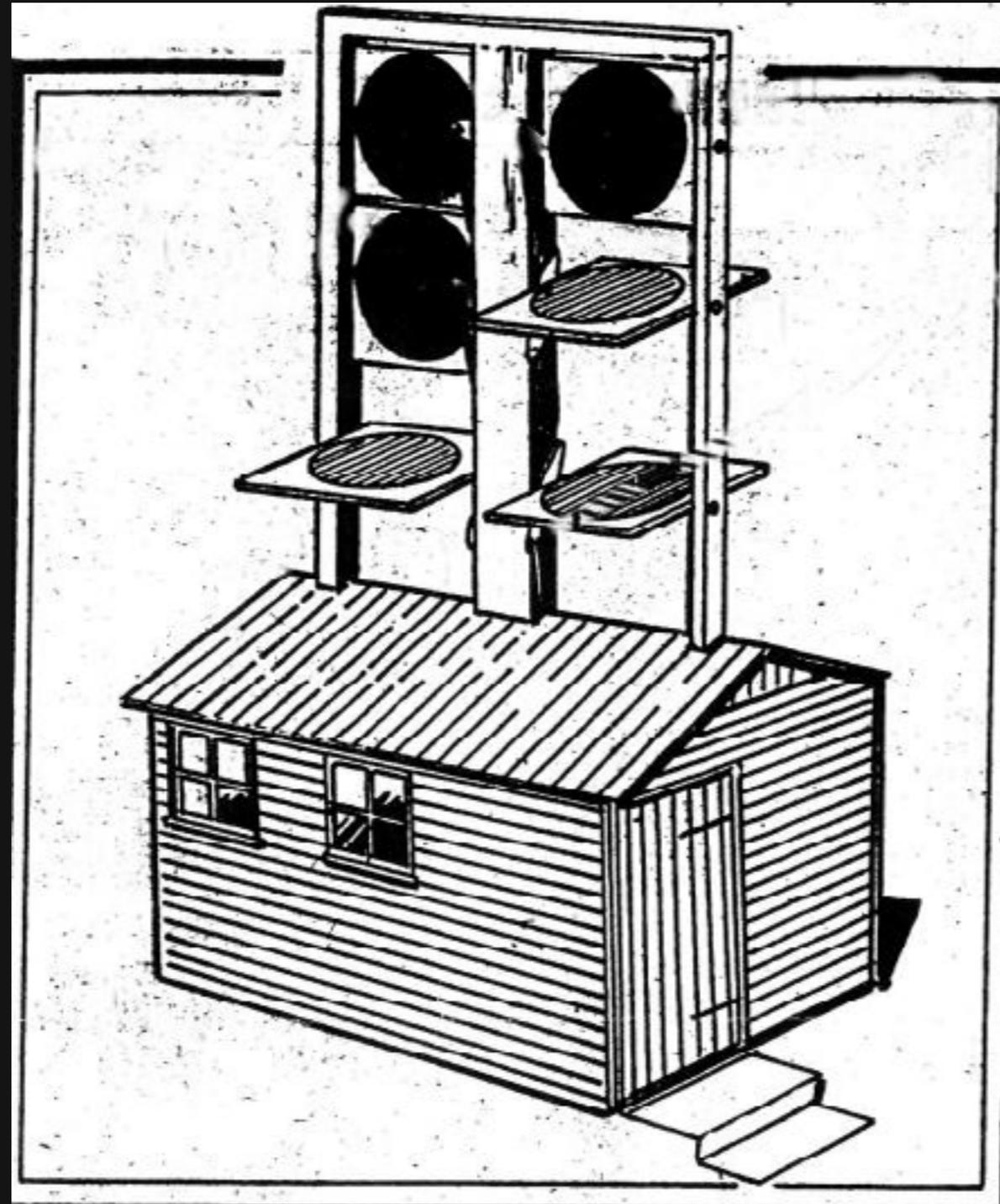
Logarithmus zur Basis zwei -> binary digit

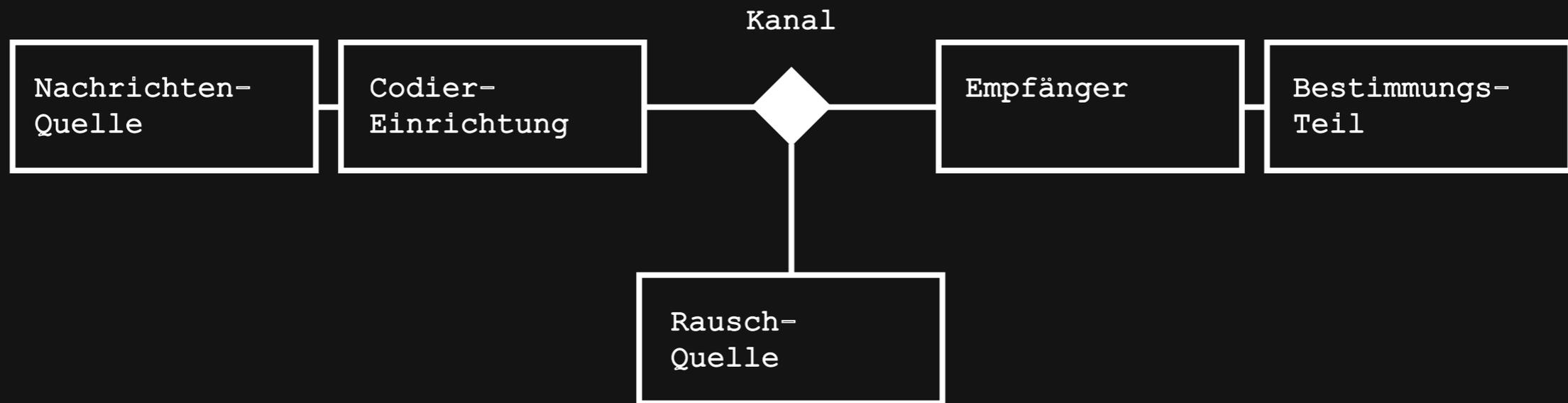




- Alphabet=26 Buchstaben
- $2^5=32$
- Buchstaben + Ziffern + Sonderzeichen 2^6

SHUTTER TELEGRAPH

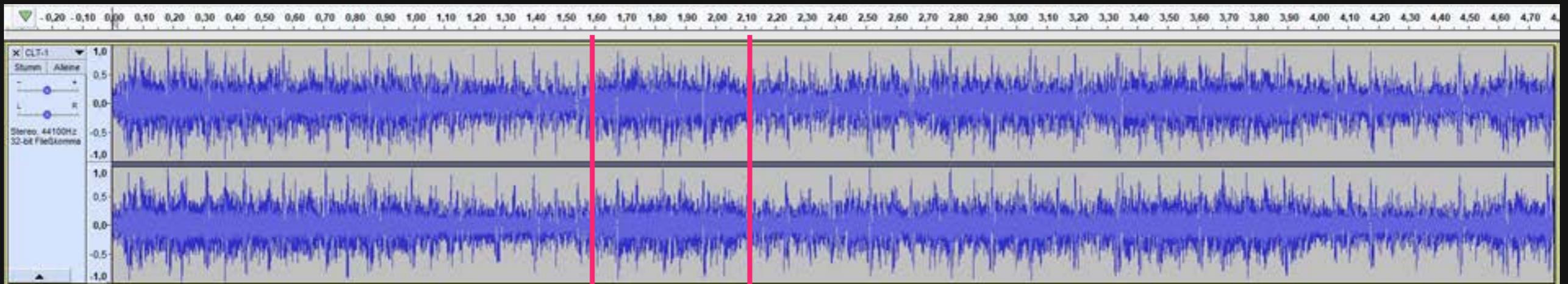




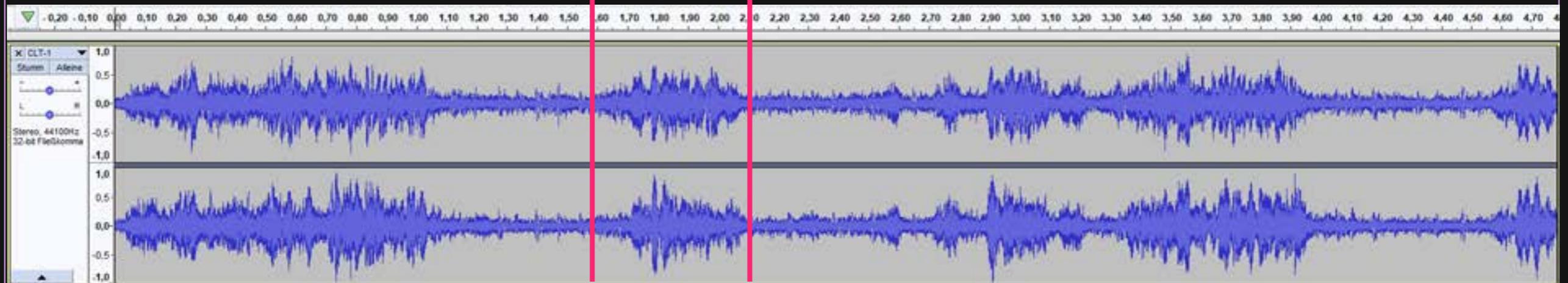
- Shannon-Weaver-Modell: Signal zwischen Sender und Empfänger durch Rauschen/Störungen beeinflusst
- Nutzsinal wird von Rauschen überlagert
- Δ Nutzsinal-Störung=SNR

Stör-Abstand bzw. Stör-Rausch-Verhältnis

- Parallele: Audio-Technik!



rohes Signal



Nutzsignal



Metal ohne Rauschen

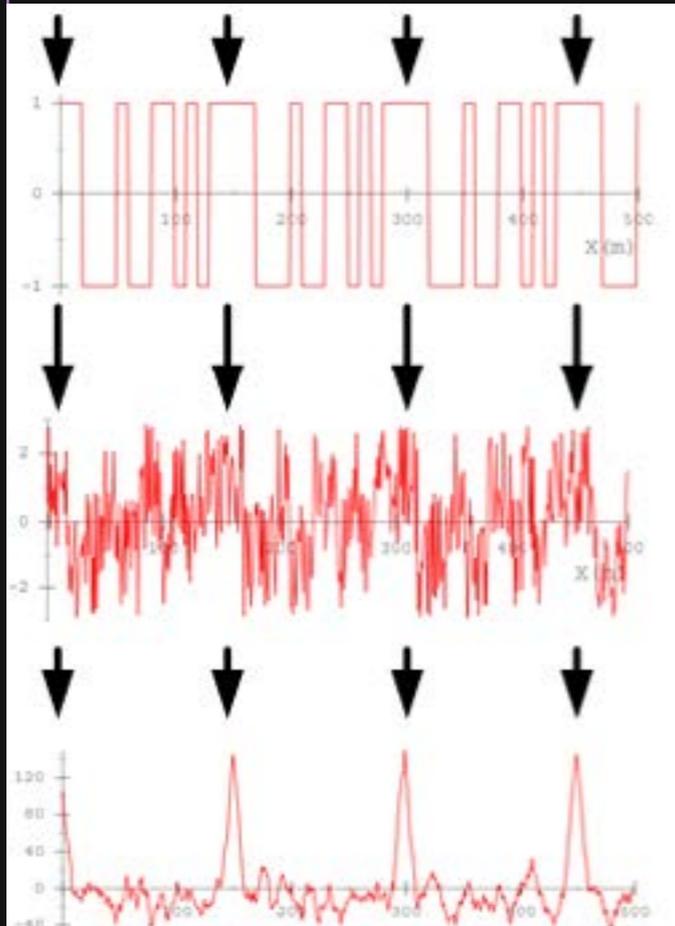
- SNR sinkt -> Fehlerrate (Empfänger) steigt
- 6dB SNR für akkustische Differenzierung erforderlich
- dB in Signaltechnik: Verhältniszahl für Leistungsfähigkeit eines Signals

Kompression & Expansion

- Veränderung des Dynamikumfangs (vertikale Signalausdehnung)
- alles $<$ Schwellwert wird komprimiert
alles $>$ Schwellwert wird expandiert
- Störabstand steigt

Filter

- Tief- bzw. Hochpassfilter (Telefon):
nur definierter Frequenzbereich ($</>$ x kHz)
passiert
- Optimalfilter/Matched Filter:
bestimmt Amplitude und Lage bekannter
Signalform (Parameterschätzung)



periodisches Signal
 passiert einen Kanal mit AWGN
 (additives weißes gaußsches Rauschen)

Signal mit Störung
 passiert Filter mit Anpassung an Sen-
 deimpulsform + Requantisierung
 entstörtes Signal

1. funktioniert nur, wenn der Empfänger die Struktur des per. Sign. kennt
2. Erkennungssicherheit variiert entlang Annäherung d. Impulsantwort an Nutzsignal

Mittelung

- erfordert mehrmaliges Senden d. Signals
- Signal ist konstant
- Rauschen tritt stochastisch auf
(remember: AWGN)

n Übertragungen:

Standardabweichung wächst um

Faktor \sqrt{n}

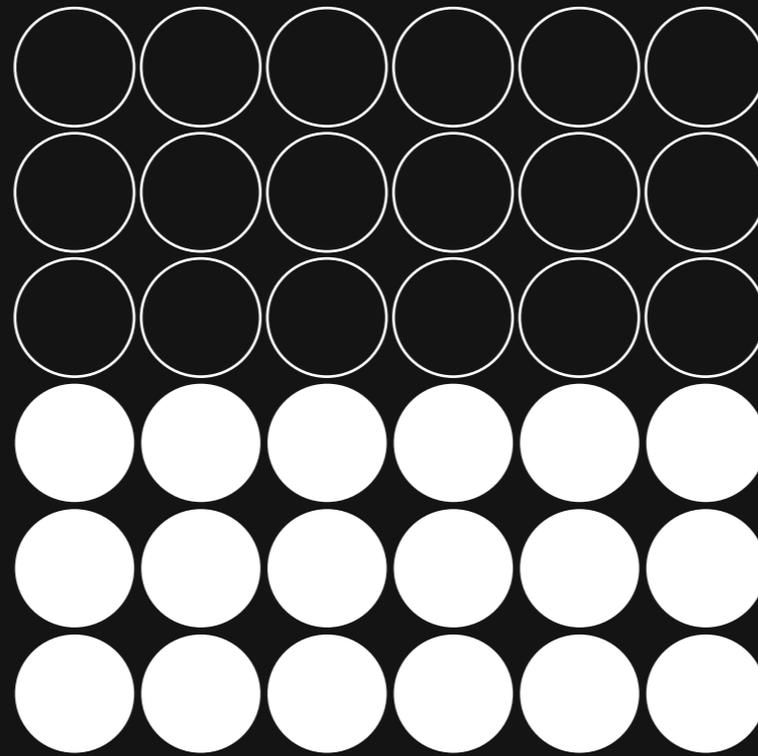
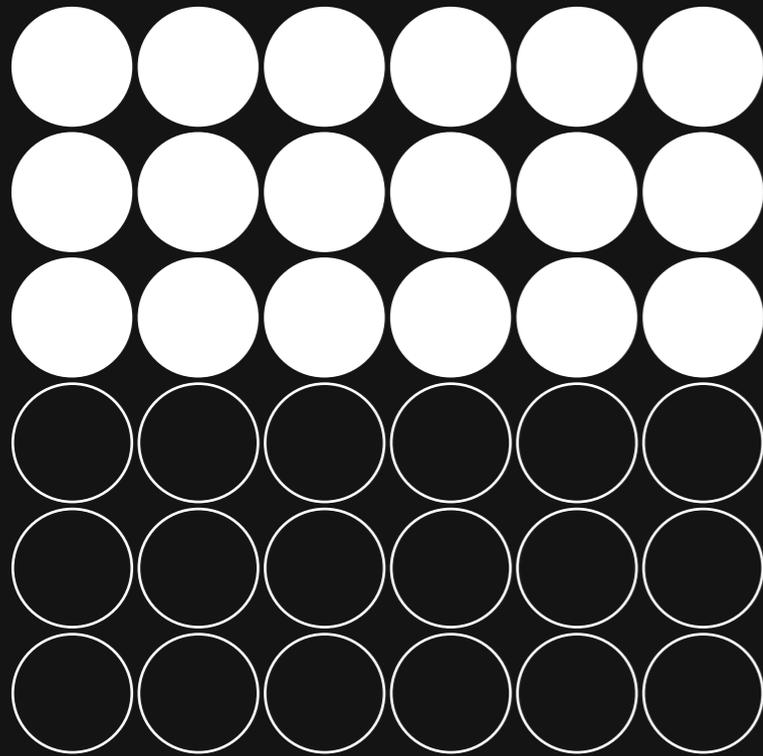
Signal wächst um Faktor $\sqrt{2}$

Entropie

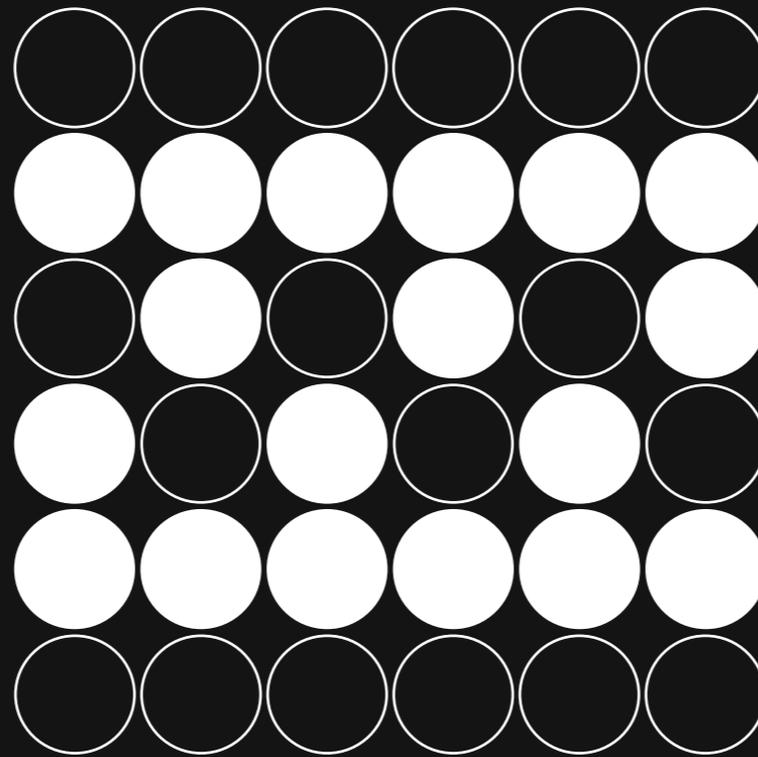
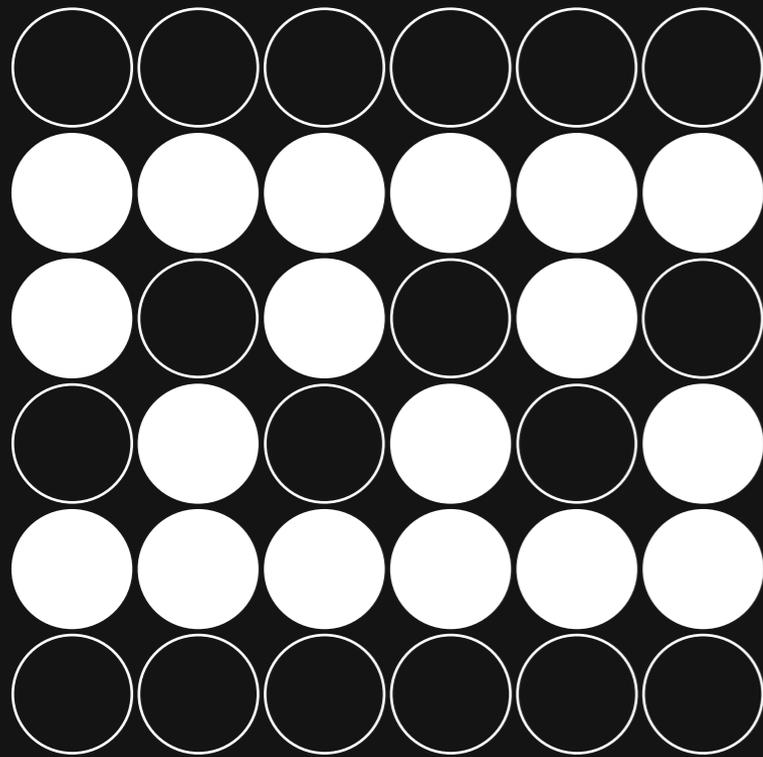
- aus Thermodynamik bekanntes Phänomen
- Maß für Unbestimmtheit eines endlichen Wahrscheinlichkeitsfeldes
- Information, die in der Kenntnis des Ausgangs eines durchgeführten Versuchs liegt
- Wissen = gespeicherte, negative Entropie



- Entropie != Unordnung
- Fußballstadion, Hälfte der Plätze besetzt
 1. jede Konfiguration = „State“ des Systems
 2. gleichwertige Konfigurationen sind identifizierbar durch die durchschnittlich besetzte Reihe



States mit
niedrigster
Entropie



States mit
hoher
Entropie

- Entropie lauert am Boden informationsreicher, gleichgewichtsloser Systeme („out of Equilibrium-states“)
- diese Systeme organisieren sich selbst in steady states mit spontan auftretender Ordnung -> minimaler Abbau von Information



Kompression

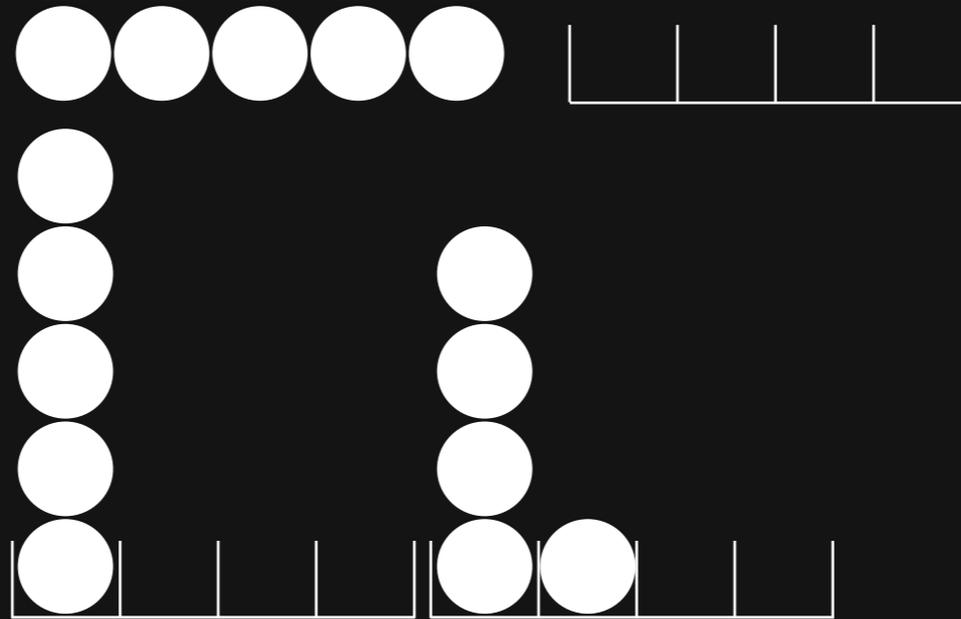
(„Bitte denken Sie daran, dass WinRAR keine freie Software ist!!11!1“)

- Connection von InfThe zu Codierungstheorie
- Verdichtung/Reduktion von Daten durch Entfernen überflüssiger Information
- verlustfrei oder verlustbehaftet

verlustfreie Kompression

- Datei=komprimierte Information + Rechenweg
- steigende Strukturiertheit der Ausgangsdaten ermöglicht/erleichtert Komprimierung
- Kolmogorow-Komplexität: was ist die kleinst mögliche Anweisung zur Wiederherstellung der Originaldaten? $10^{35} \rightarrow \pi$
- rein zufällige Daten sind nicht komprimierbar

n Objekte auf Menge m



Taubenschlagprinzip

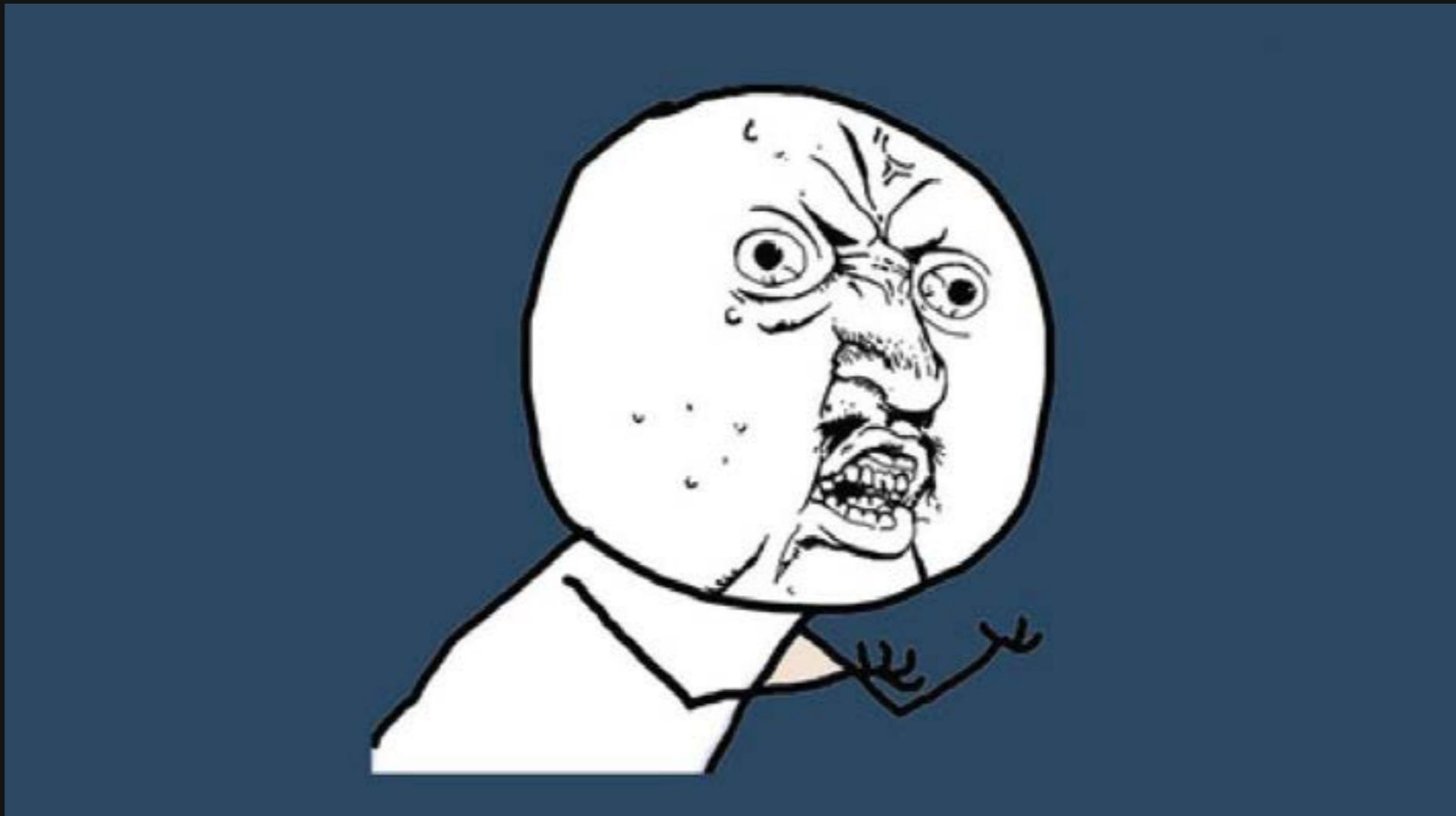
- auf m bit kann eine von 2^m möglichen Informationen gespeichert werden
- auf $m-1$ bit kann nur eine von halb so vielen Informationen gespeichert werden

16 bit $\rightarrow 2^{16}=65536$ mögliche Informationen

15 bit $\rightarrow 2^{15}=32768$ mögliche Informationen

- es kann nicht sein, dass jede mögliche Datei um 1 bit verkleinerbar ist

Doch wozu all das?



Danke.