



## Stichting NIOC en de NIOC kennisbank

Stichting NIOC ([www.nioc.nl](http://www.nioc.nl)) stelt zich conform zijn statuten tot doel: het realiseren van congressen over informatica onderwijs en voorts al hetgeen met een en ander rechtstreeks of zijdelings verband houdt of daartoe bevorderlijk kan zijn, alles in de ruimste zin des woords.

De stichting NIOC neemt de archivering van de resultaten van de congressen voor zijn rekening. De website [www.nioc.nl](http://www.nioc.nl) ontsluit onder "Eerdere congressen" de gearchiveerde websites van eerdere congressen. De vele afzonderlijke congresbijdragen zijn opgenomen in een kennisbank die via dezelfde website onder "NIOC kennisbank" ontsloten wordt.

Op dit moment bevat de NIOC kennisbank alle bijdragen, incl. die van het laatste congres (NIOC2023, gehouden op donderdag 30 maart 2023 jl. en georganiseerd door NHL Stenden Hogeschool). Bij elkaar bijna 1500 bijdragen!

We roepen je op, na het lezen van het document dat door jou is gedownload, de auteur(s) feedback te geven. Dit kan door je te registreren als gebruiker van de NIOC kennisbank. Na registratie krijg je bericht hoe in te loggen op de NIOC kennisbank.

Het eerstvolgende NIOC vindt plaats op donderdag 27 maart 2025 in Zwolle en wordt dan georganiseerd door Hogeschool Windesheim. Kijk op [www.nioc2025.nl](http://www.nioc2025.nl) voor meer informatie.

Wil je op de hoogte blijven van de ontwikkeling rond Stichting NIOC en de NIOC kennisbank, schrijf je dan in op de nieuwsbrief via

[www.nioc.nl/nioc-kennisbank/aanmelden-nieuwsbrief](http://www.nioc.nl/nioc-kennisbank/aanmelden-nieuwsbrief)

Reacties over de NIOC kennisbank en de inhoud daarvan kun je richten aan de beheerder:

R. Smedinga [kennisbank@nioc.nl](mailto:kennisbank@nioc.nl).

Vermeld bij reacties jouw naam en telefoonnummer voor nader contact.



# Pieter Adriaans

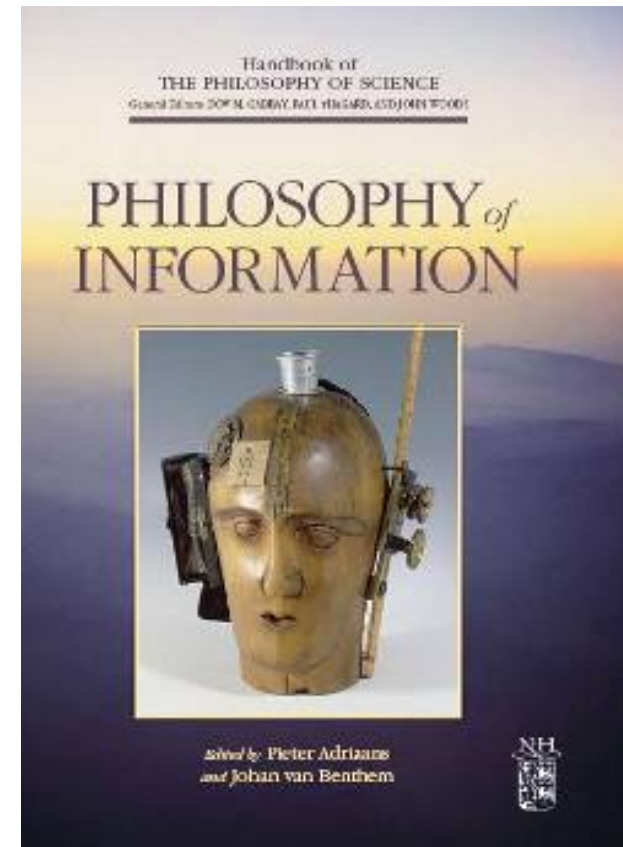
IvI-ILLC Universiteit van Amsterdam

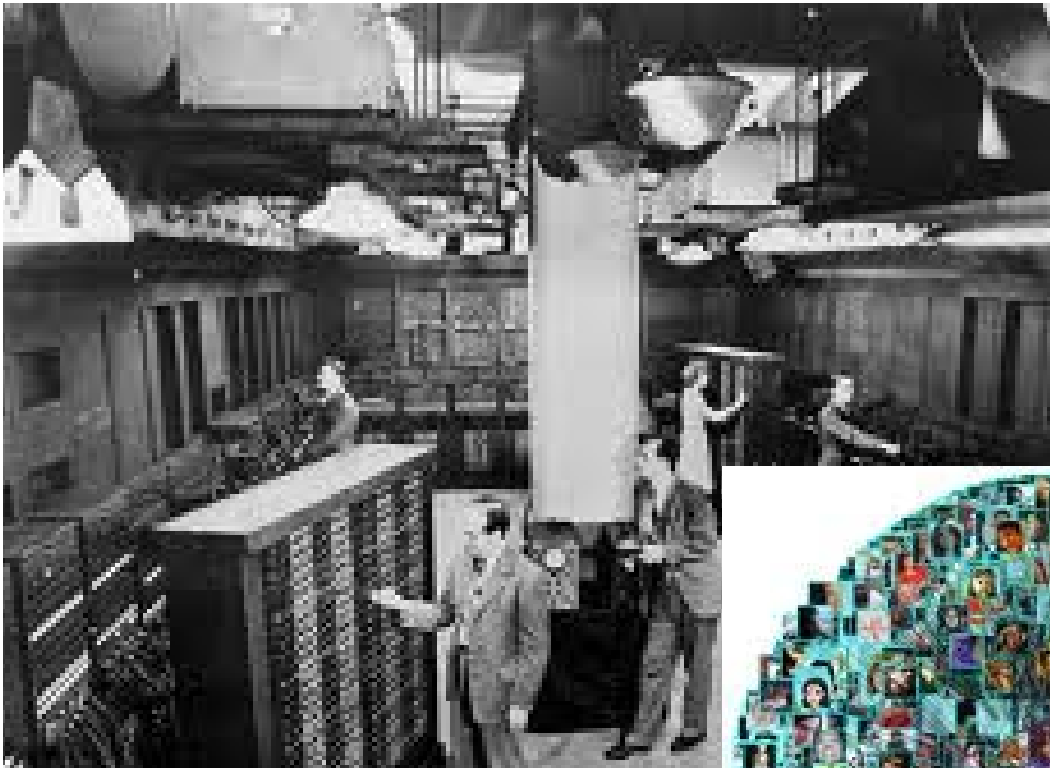
NIOC 2011

10 open problemen in de  
studie van rekenen en  
informatie

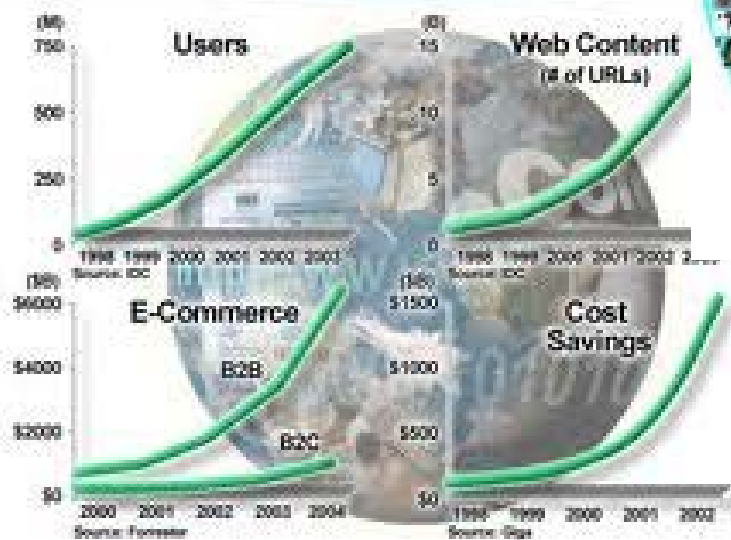
# References

- Adriaans, Van Benthem eds. “Handbook of philosophy of information”. (2008)
- Adriaans, “Between order and Chaos: the quest for meaningful information”, Theory of computing systems. (2009)
- Adriaans, Van Emde Boas, Computation, information and the arrow of time, 2010.
- Adriaans: Philosophy of Information. Stanford Encyclopedia of Philosophy (to appear, 2011)
- <http://staff.science.uva.nl/~pietera/>
- [www.pieter-adriaans.com](http://www.pieter-adriaans.com)





## The Internet Revolution



# Open problems with classification

\* = hard work,

\*\* = vital theory seems to be missing,

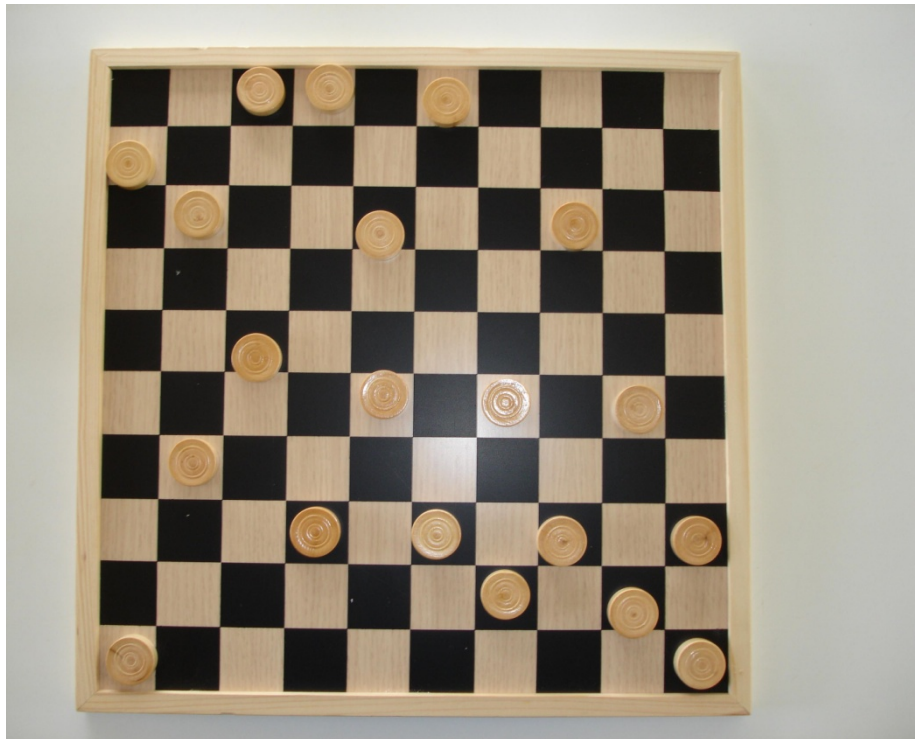
\*\*\* = not even properly understood,

\*\*\*\* = nobody has a clue

1. **\*The problem of defining meaningful information**
2. **\*What is an adequate logic of information?**
3. **\*\* Finite versus discrete models of nature**
4. **\*\* Computation versus thermodynamics**
5. **\*\* Classical information versus quantum information**
6. **\*\*\* Information and the theory of everything**
7. **\*\*\*The Church-Turing Hypothesis.**
8. **\*\*\*The tradeoff between information, axiomatization and computation.**
9. **\*\*\*Classification of information generating/discarding processes:**
10. **\*\*\*\*P versus NP?**

# Verschillende soorten Informatie

- Informatie als structuur
- Informatie als waarschijnlijkheid



# Informatie als waarschijnlijkheid

## Een experiment

Welk woord is dit?





# Informatie als waarschijnlijkheid

## Een experiment

Welk woord is dit?



# Informatie als waarschijnlijkheid

## Een experiment

Welk woord is makkelijker te raden?

	A	N	T	I			E
--	---	---	---	---	--	--	---

X	A		T	I	P		
---	---	--	---	---	---	--	--

# Informatie afhankelijk van waarschijnlijkheid

- Letter frequenties in het Nederlands per 10.000 tekens

$$E = 1586 \quad I(E) = -\log(1586/10000) = 2,66 \text{ bits}$$

$$N = 858 \quad I(N) = -\log(858/10000) = 3,54 \text{ bits}$$

$$P = 123 \quad I(P) = -\log(123/10000) = 6,34 \text{ bits}$$

$$X = 3 \quad I(X) = -\log(3/10000) = 11,70 \text{ bits}$$

Lagere frequentie = Minder waarschijnlijk=  
meer Informatie !!

# Informatie als waarschijnlijkheid Een experiment

Hier missen we 24,48 bits aan informatie



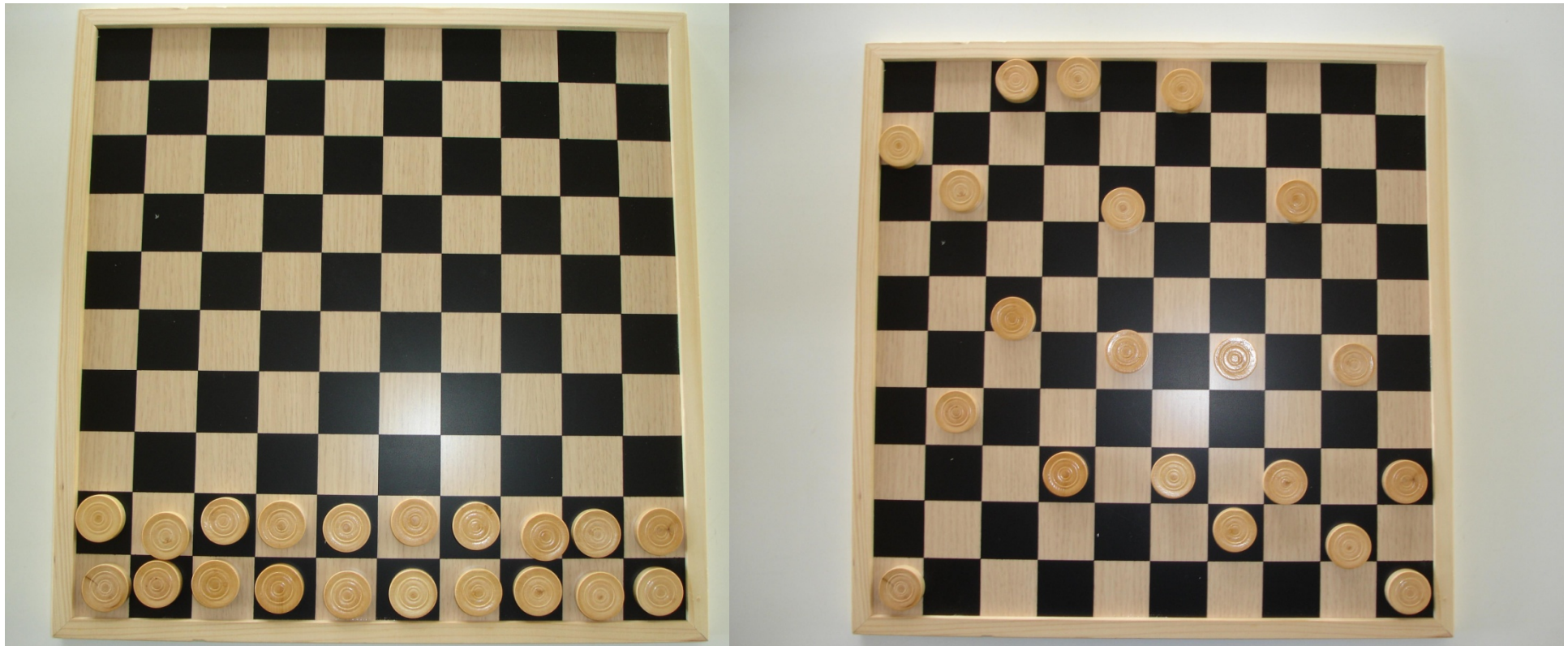
Hier missen we 12,54 bits aan informatie



# Informatie als structuur

## Een experiment

Kijk 5 seconden naar beide opstellingen.  
Welke is makkelijker te onthouden?

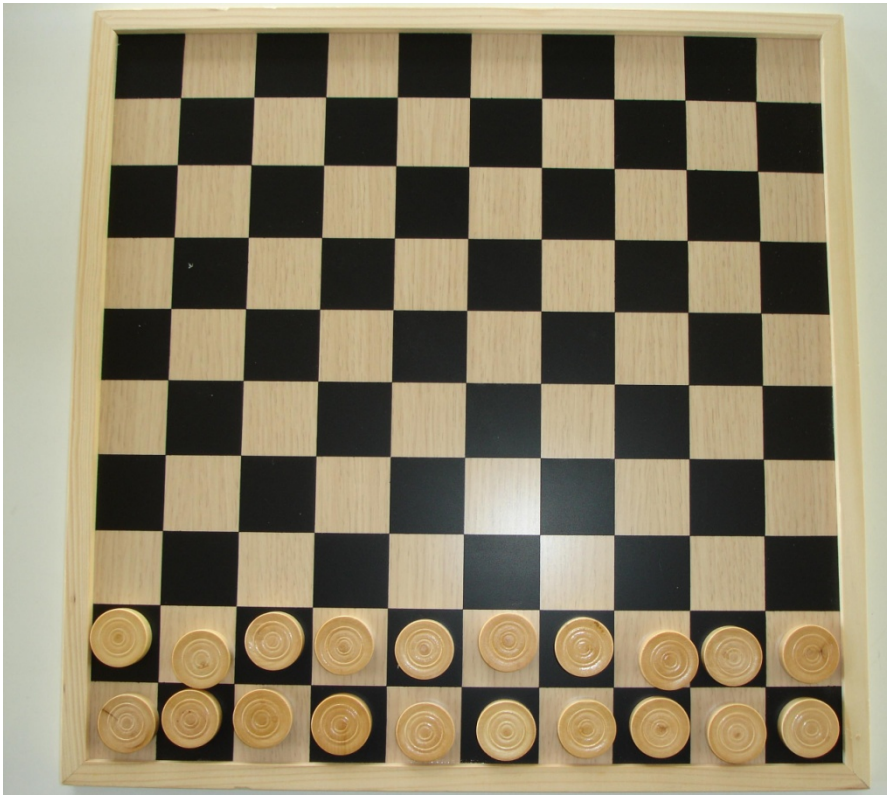


# Informatie als structuur

## Een experiment

$$\log 20 + \log 32 \approx 10.3 \text{ bits}$$

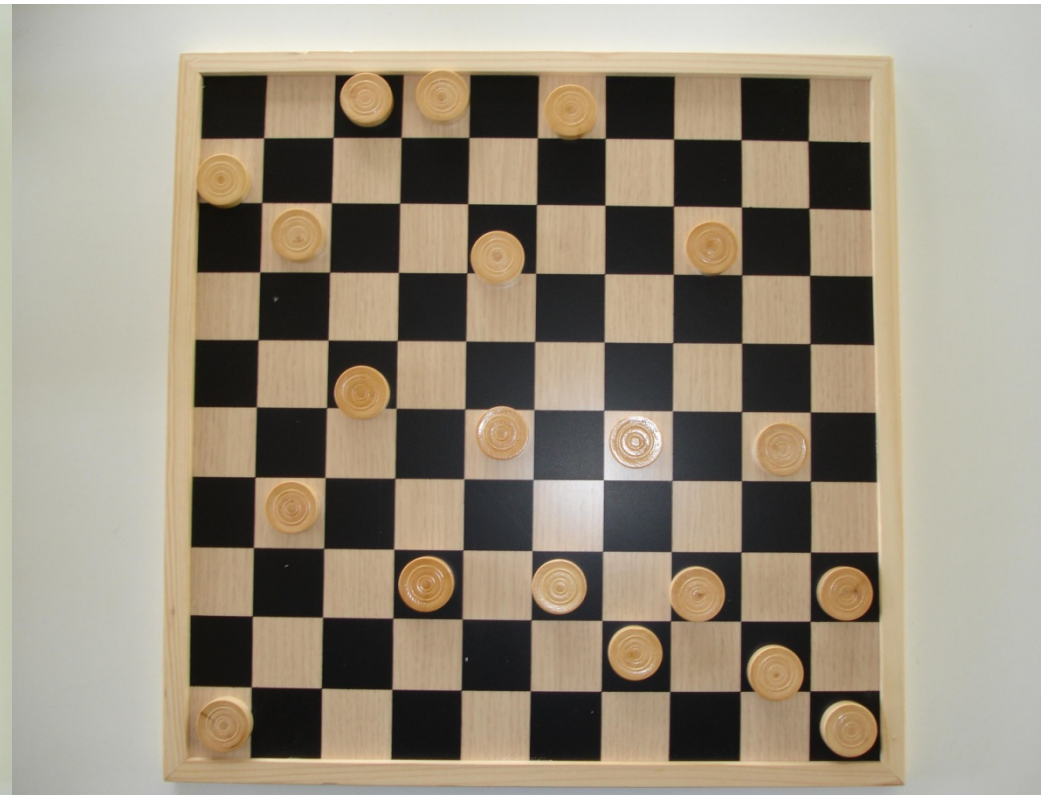
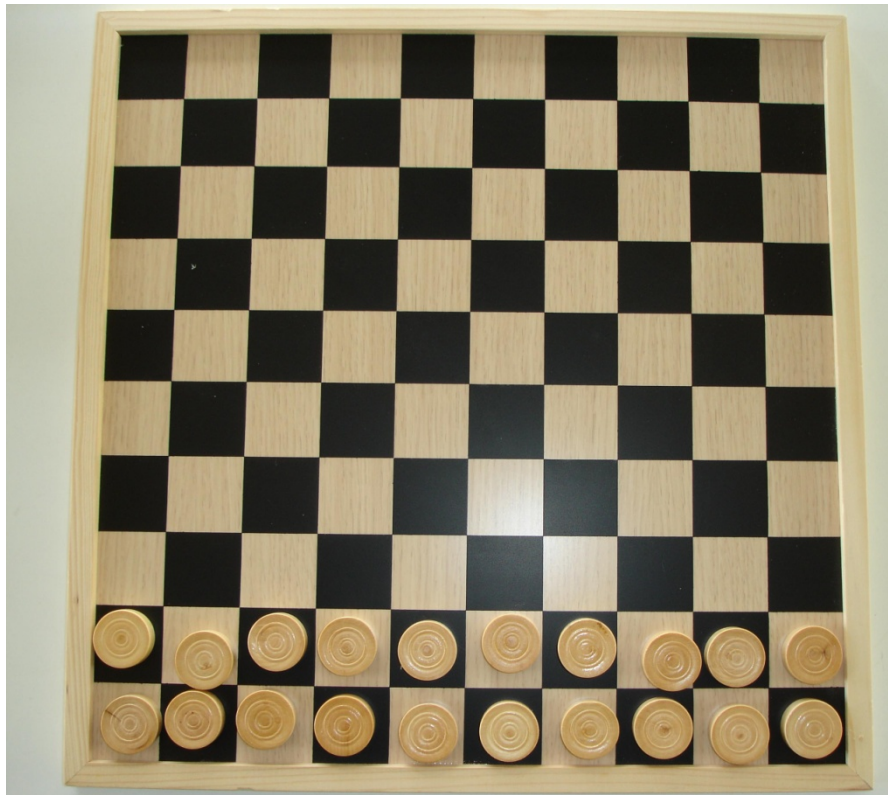
$$\log_2 20 + \log_2 \binom{100}{20} \approx 76,5 \text{ bits}$$



# Informatie = entropie

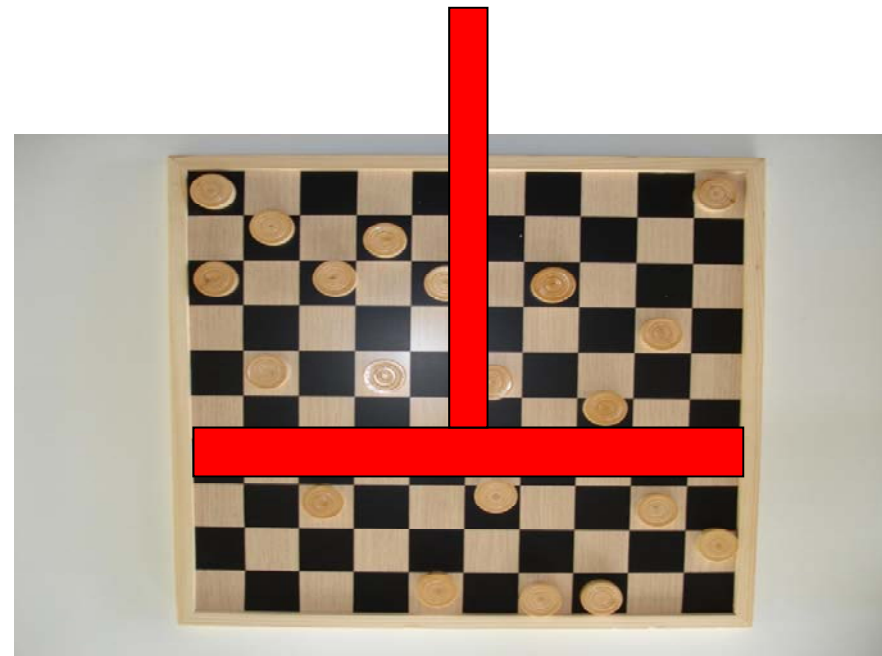
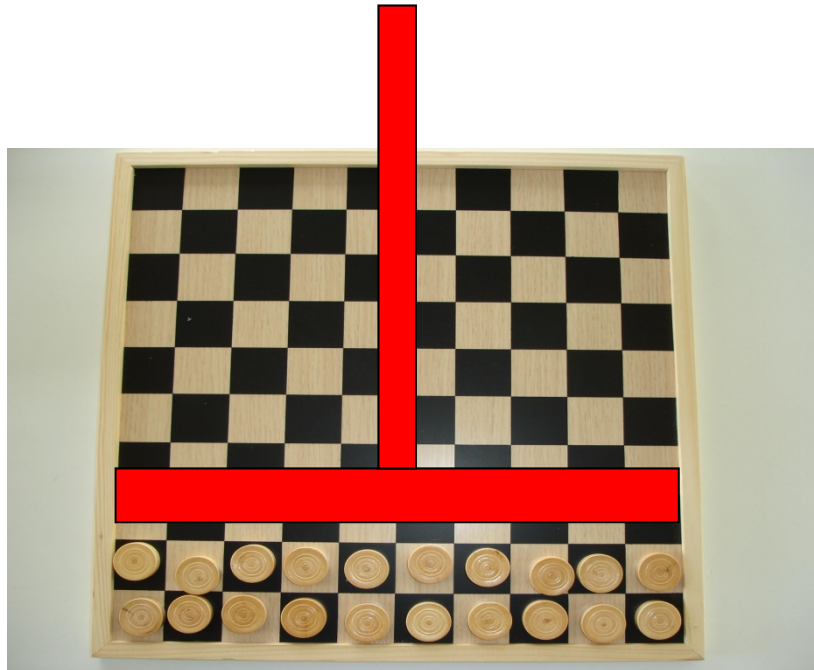
Lage entropie =  
Veel orde =  
Weinig informatie =  
Makkelijk te onthouden

Hoge entropie =  
Veel wanorde =  
Veel informatie =  
Moeilijk te onthouden



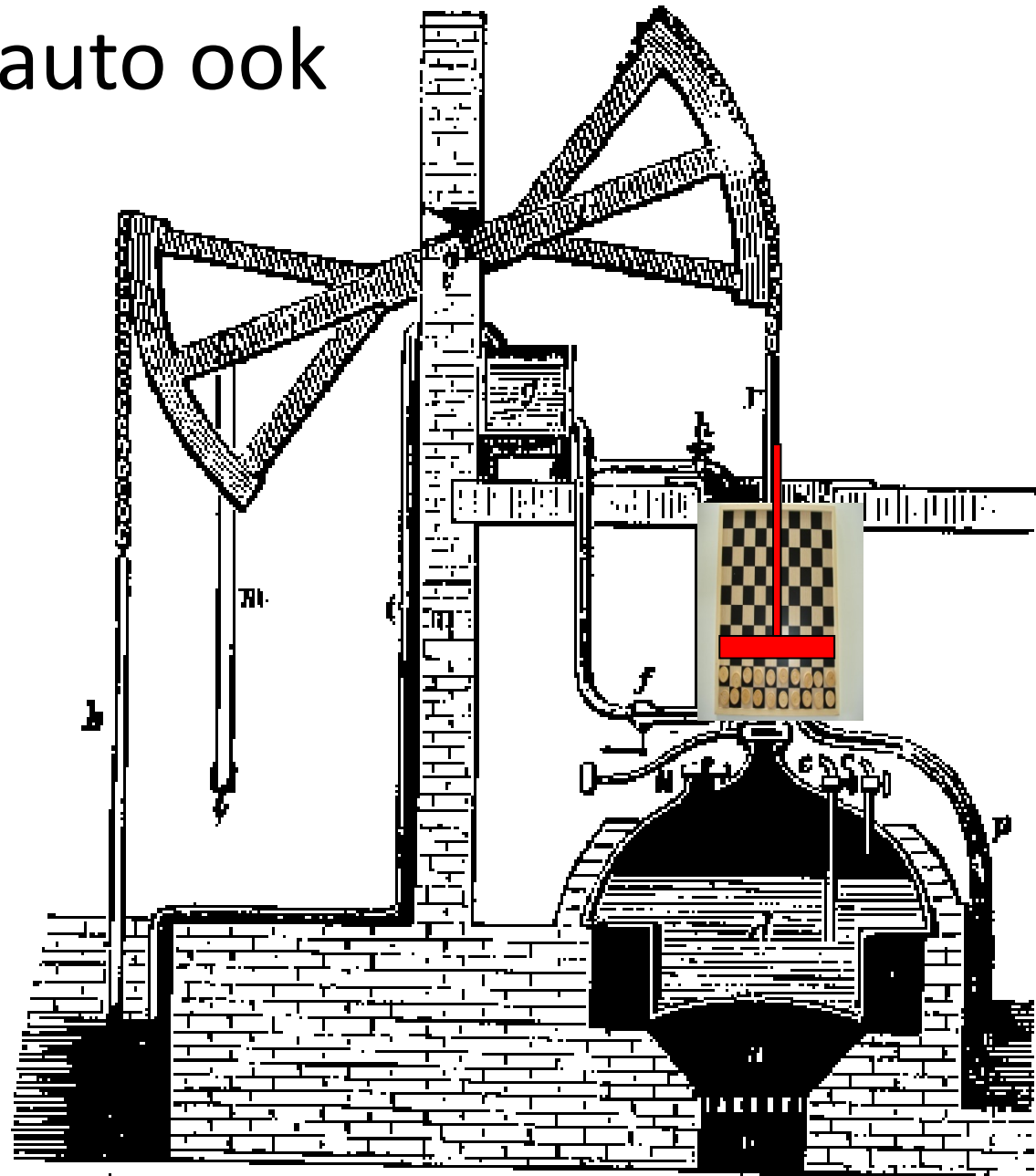
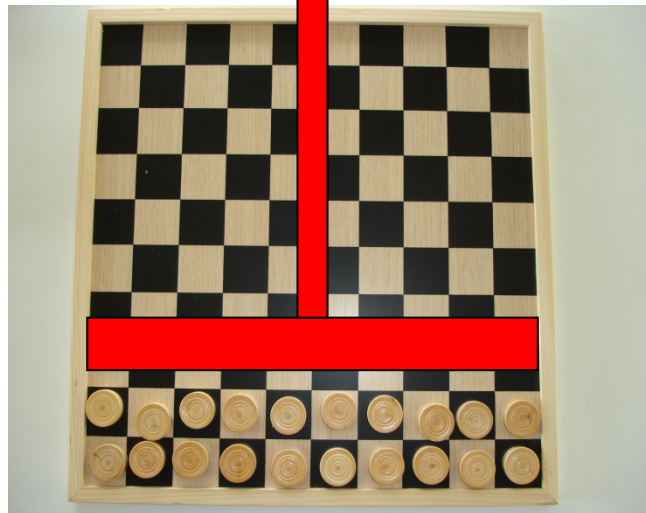
# De tweede wet van de thermodynamica

- Orde scheppen kost energie
- Orde = vermogen om arbeid te leveren

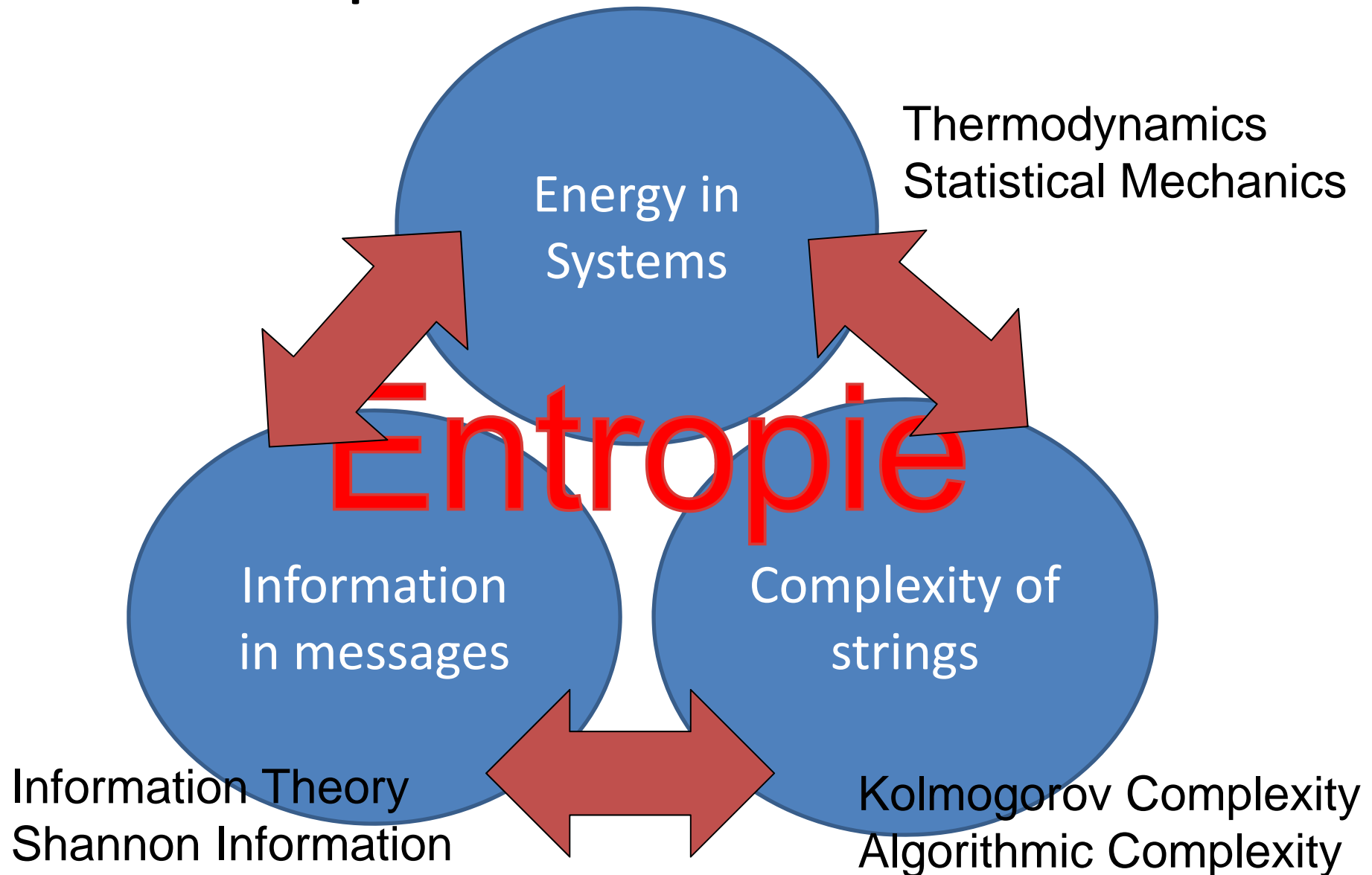




Een stoomtrein rijdt op informatie  
Uw auto ook



# Entropie als unificierende notie

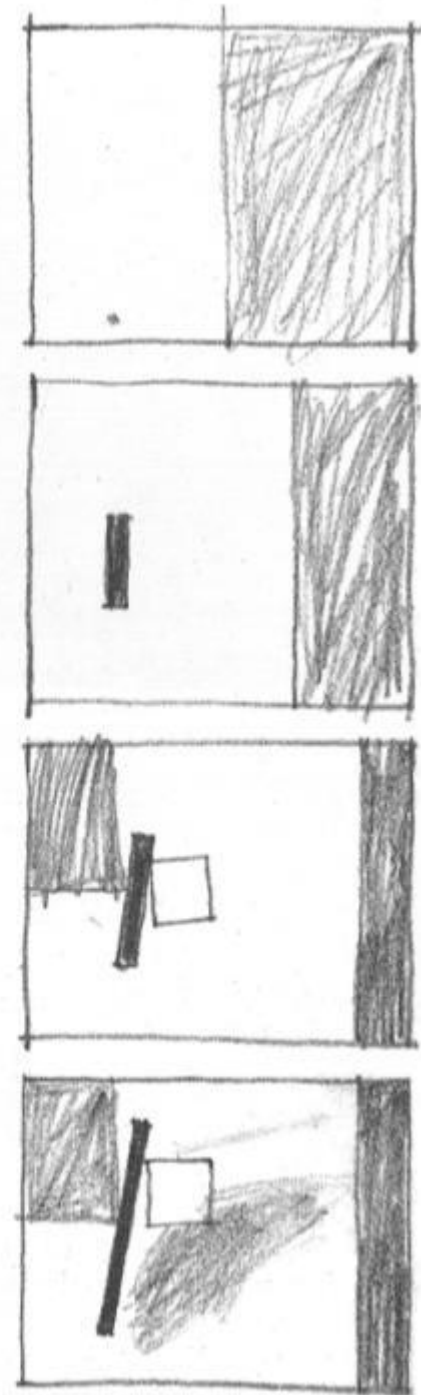


1. **\*The problem of defining meaningful information**
2. **\*What is an adequate logic of information?**
3. **\*\* Finite versus discrete models of nature**
4. **\*\* Computation versus thermodynamics**
5. **\*\* Classical information versus quantum information**
6. **\*\*\* Information and the theory of everything**
7. **\*\*\*The Church-Turing Hypothesis.**
8. **\*\*\*The tradeoff between information, axiomatization and computation.**
9. **\*\*\*Classification of information generating/discarding processes:**
10. **\*\*\*\*P versus NP?**

# Creatieve processen Wat gebeurt hier?

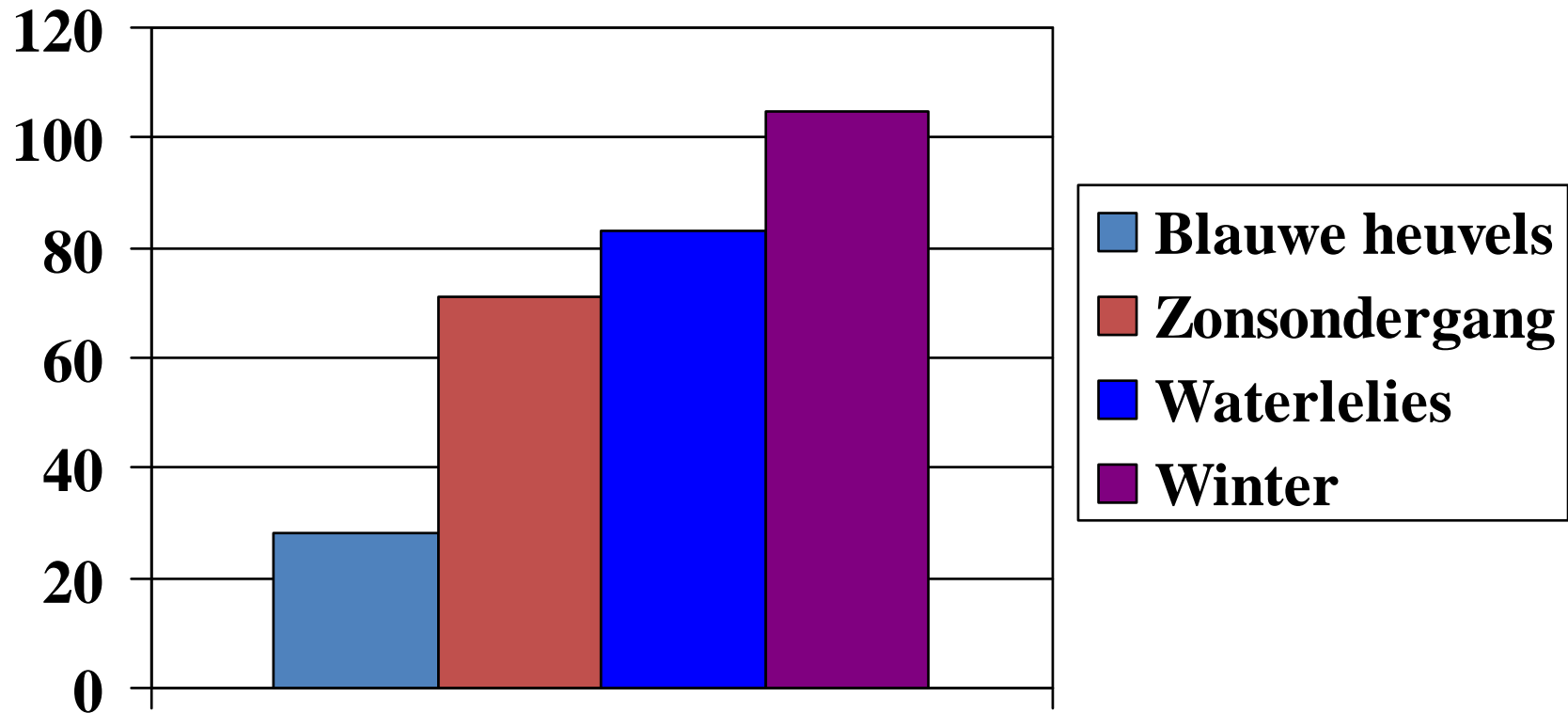
“Creating a certain balance without a symmetry that would soon be boring, is the first thing to be strived for.”

Schilderen met olieverf in uw vrije tijd, J Raynes (1966)





# JPEG File size for equal picture size



JPEG File size in Kb





25 % noise



50 % noise

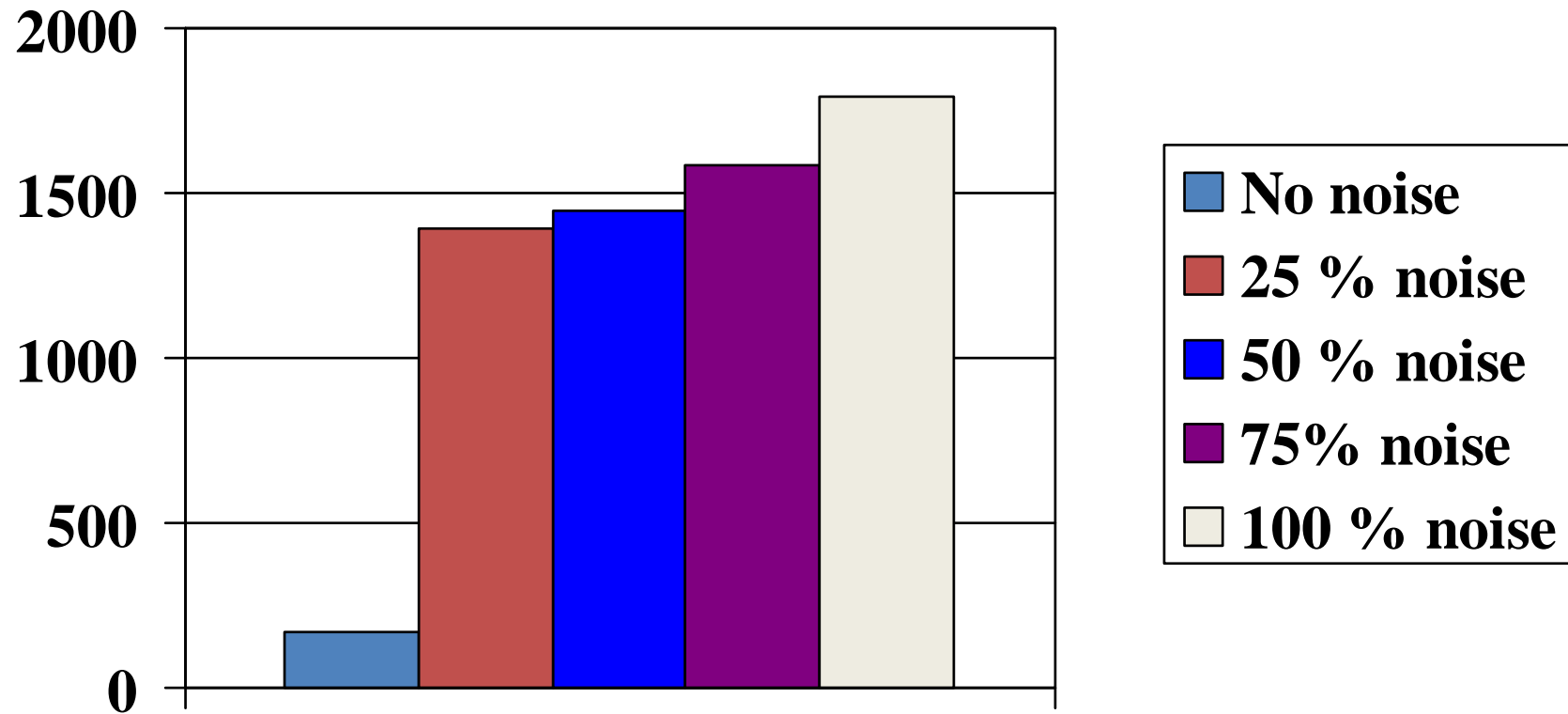


75 % noise



100 % noise

# JPEG File size with noise added



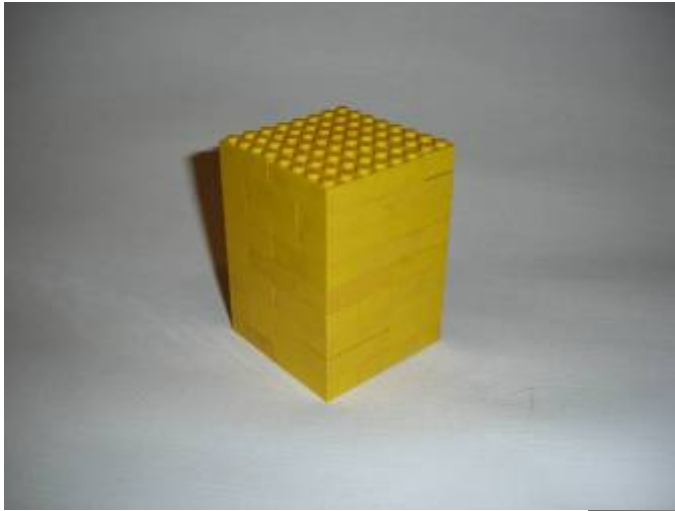
JPEG File size in Kb



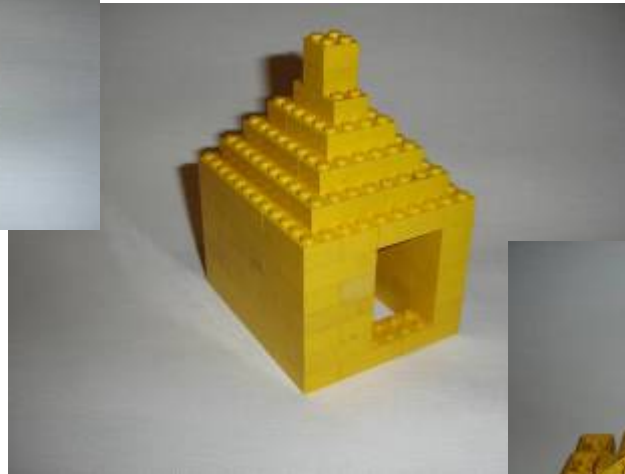


# Between order and chaos: facticity

Order

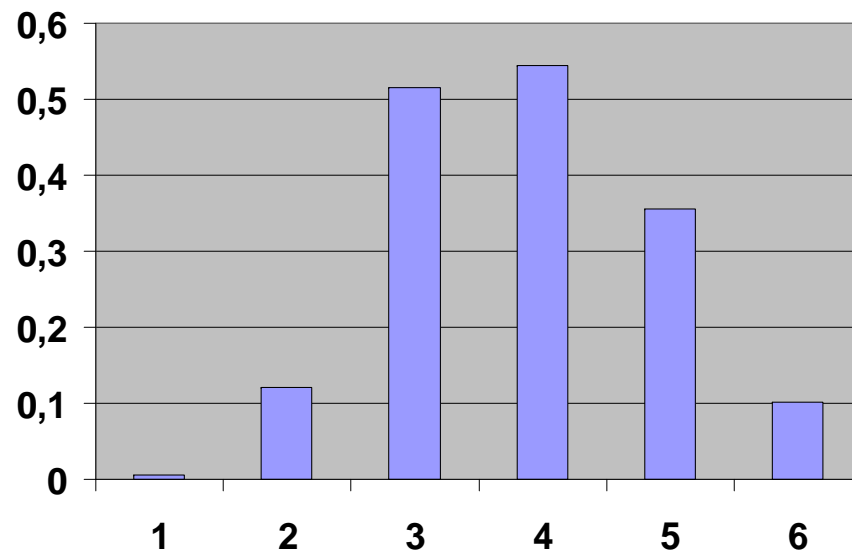
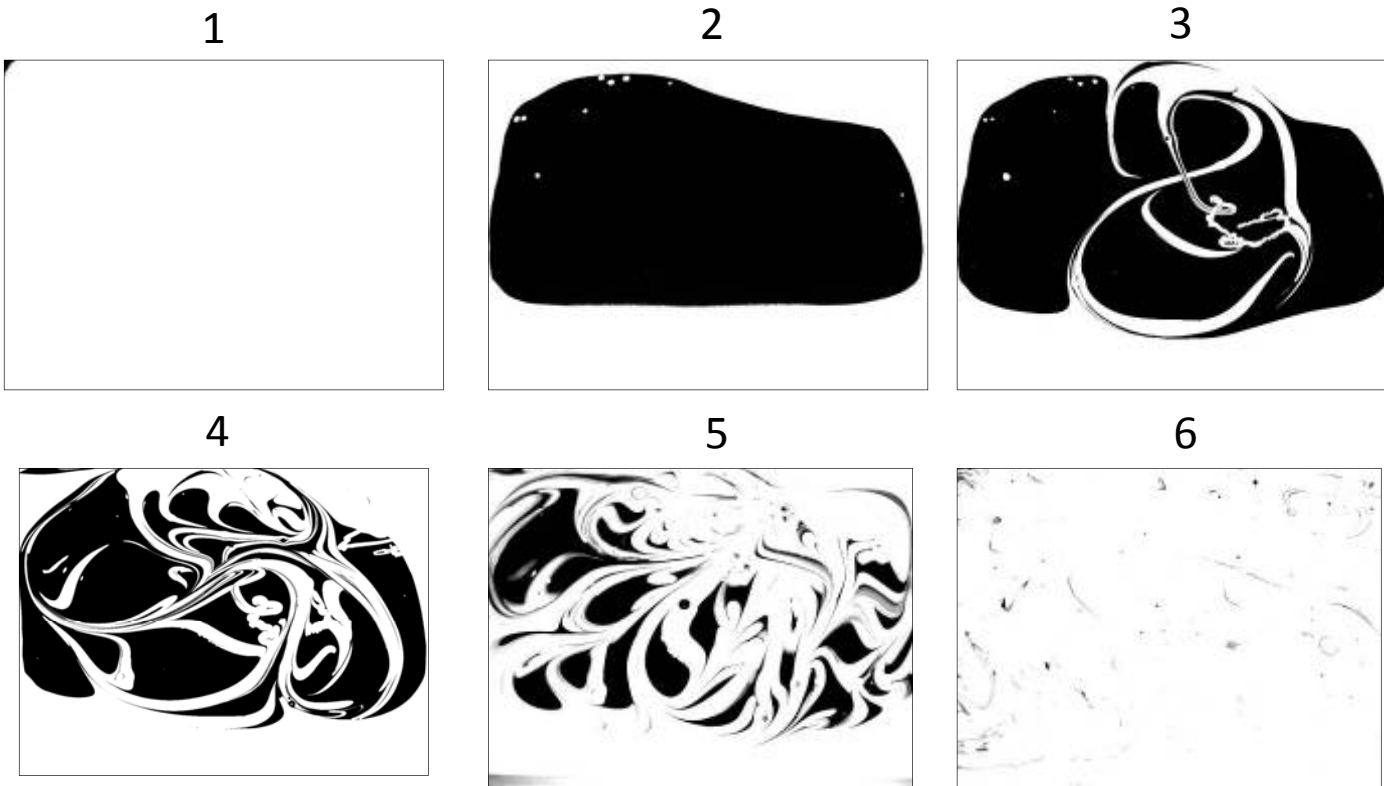


Facticity



Chaos



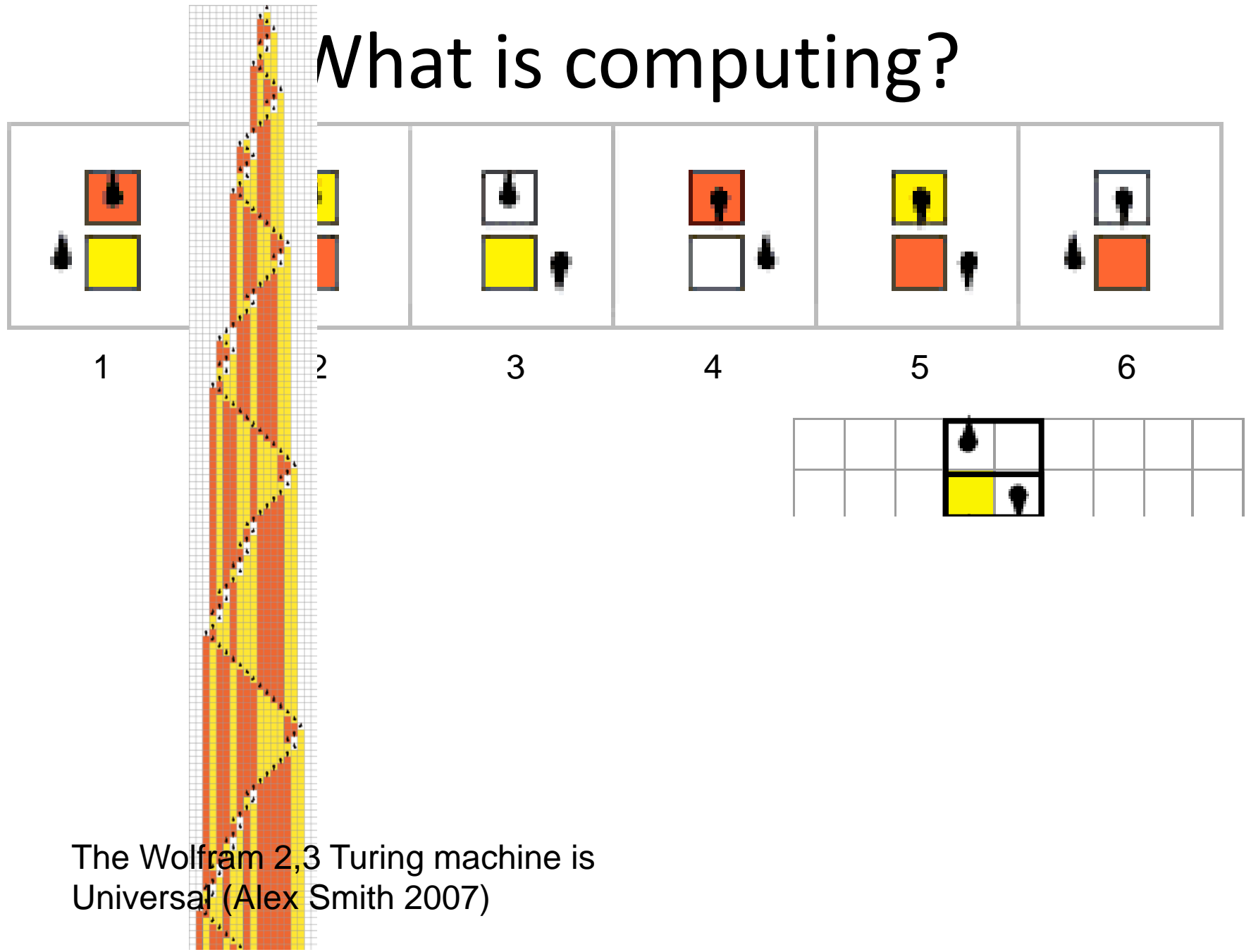


# Voorstellen

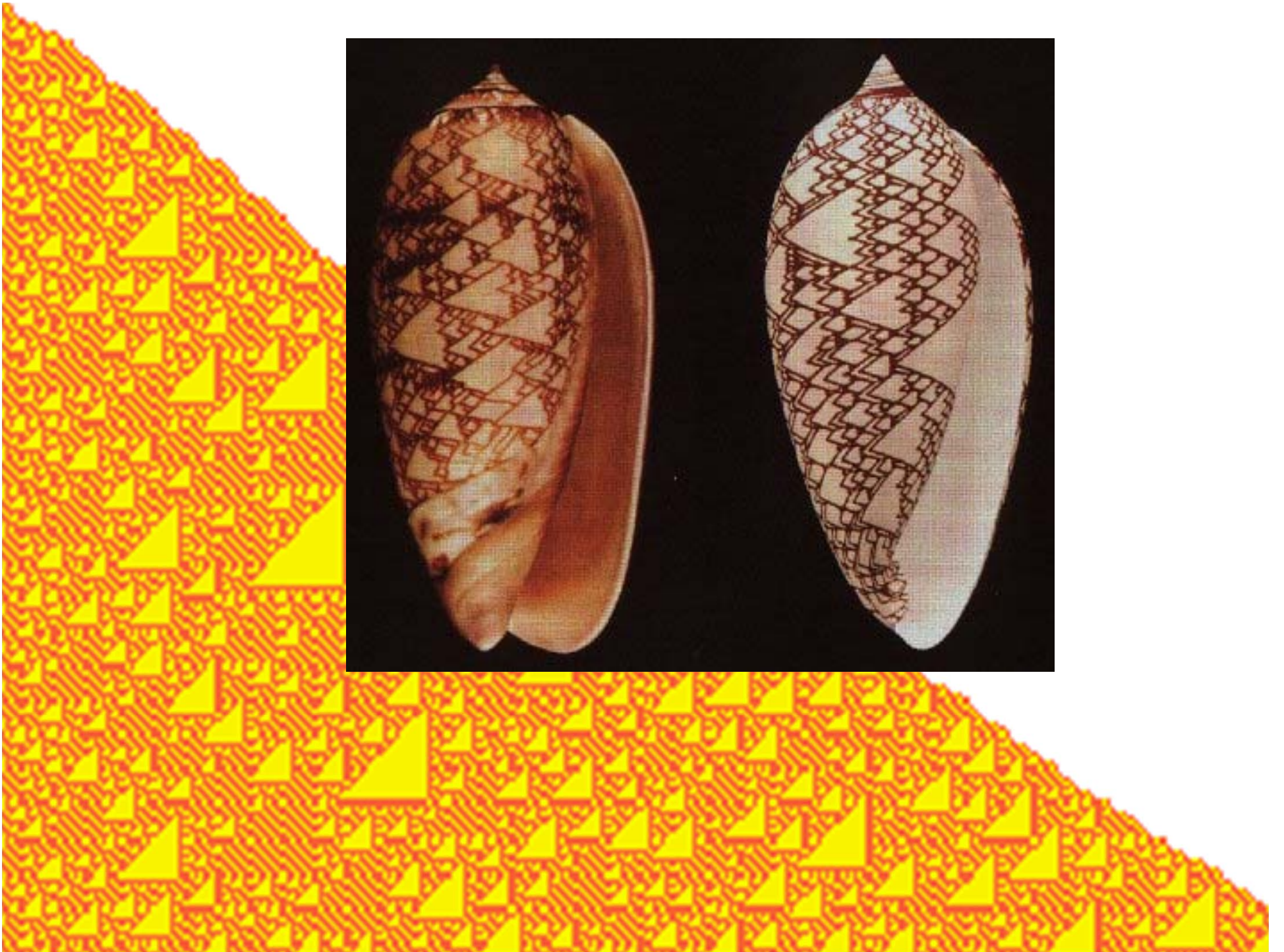
- Sophistication (Koppel 1988, Antunes, Fortnow 2007)
- Logical Depth (Bennet 1988)
- effective complexity (Gell-Mann, Lloyd 2003)
- Meaningful Information (Vitanyi 2004)
- Self-dissimilarity (Wolpert, Mcready 2007)
- Computational Depth (Antunes et al. 2006)
- Facticity (Adriaans 2009)

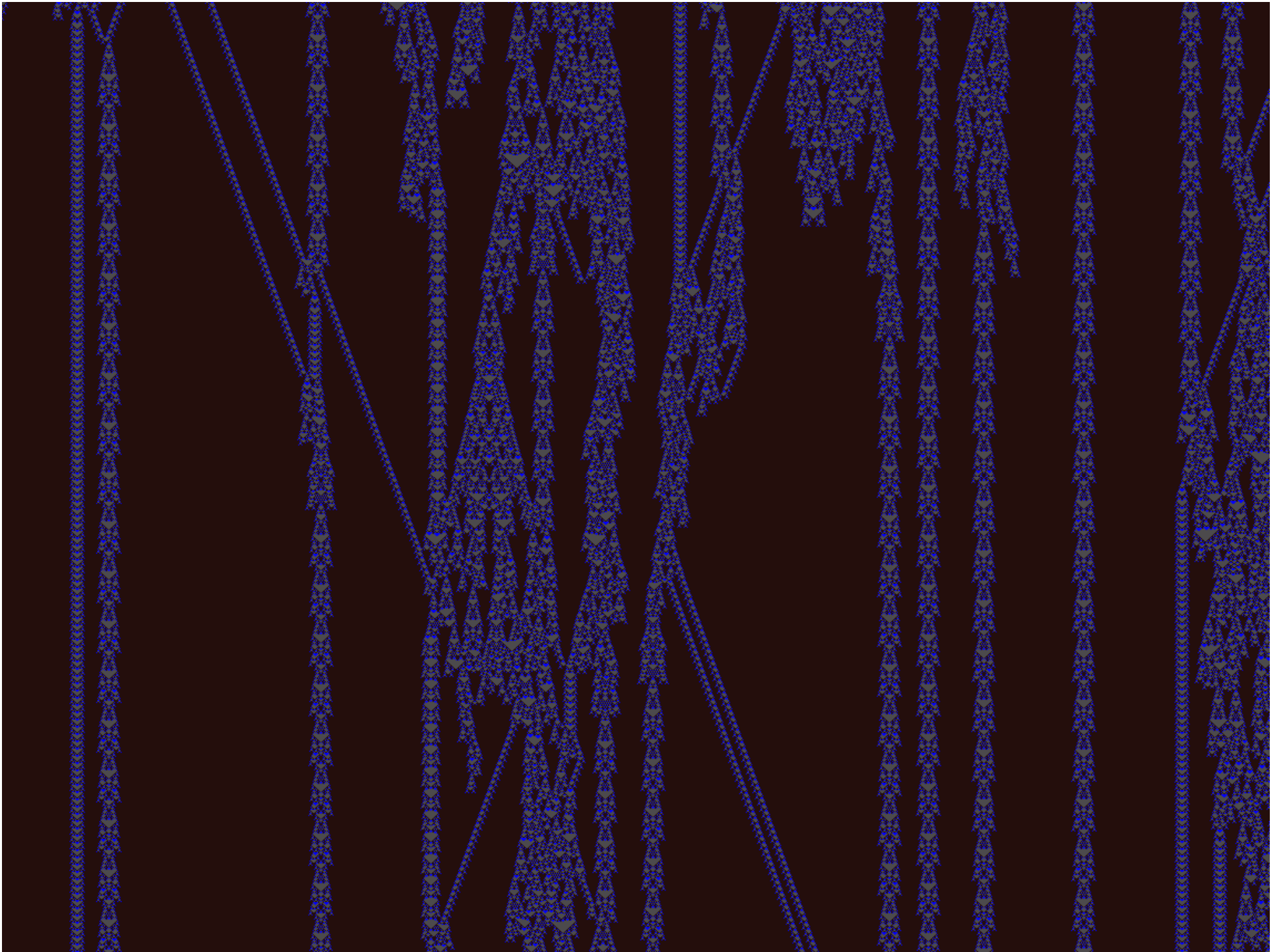
1. **\*The problem of defining meaningful information**
2. **\*What is an adequate logic of information?**
3. **\*\* Finite versus discrete models of nature**
4. **\*\* Computation versus thermodynamics**
5. **\*\* Classical information versus quantum information**
6. **\*\*\* Information and the theory of everything**
7. **\*\*\*The Church-Turing Hypothesis.**
8. **\*\*\*The tradeoff between information, axiomatization and computation.**
9. **\*\*\*Classification of information generating/discarding processes:**
10. **\*\*\*\*P versus NP?**

# What is computing?

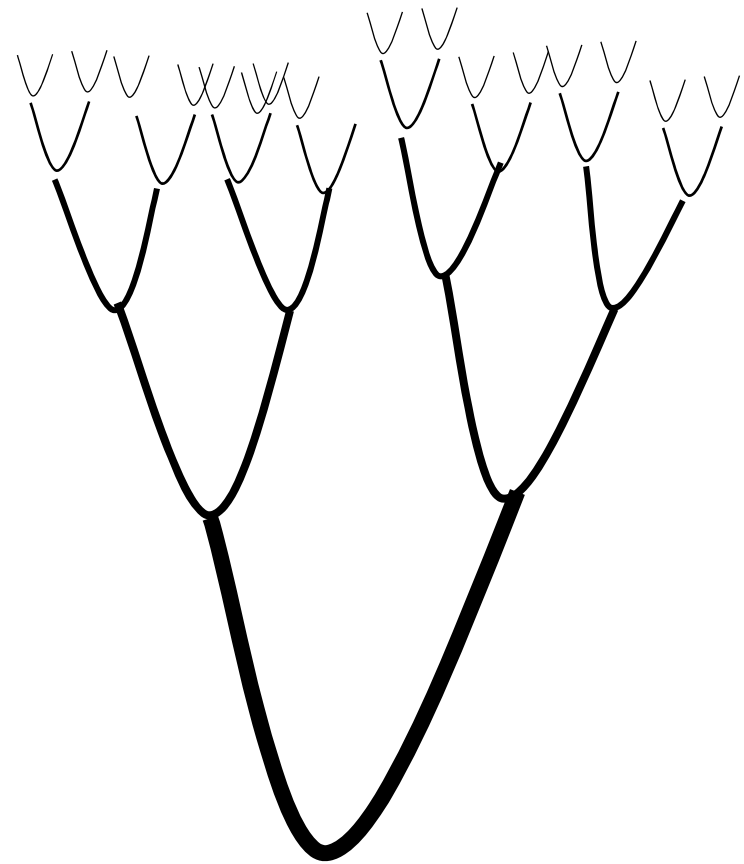
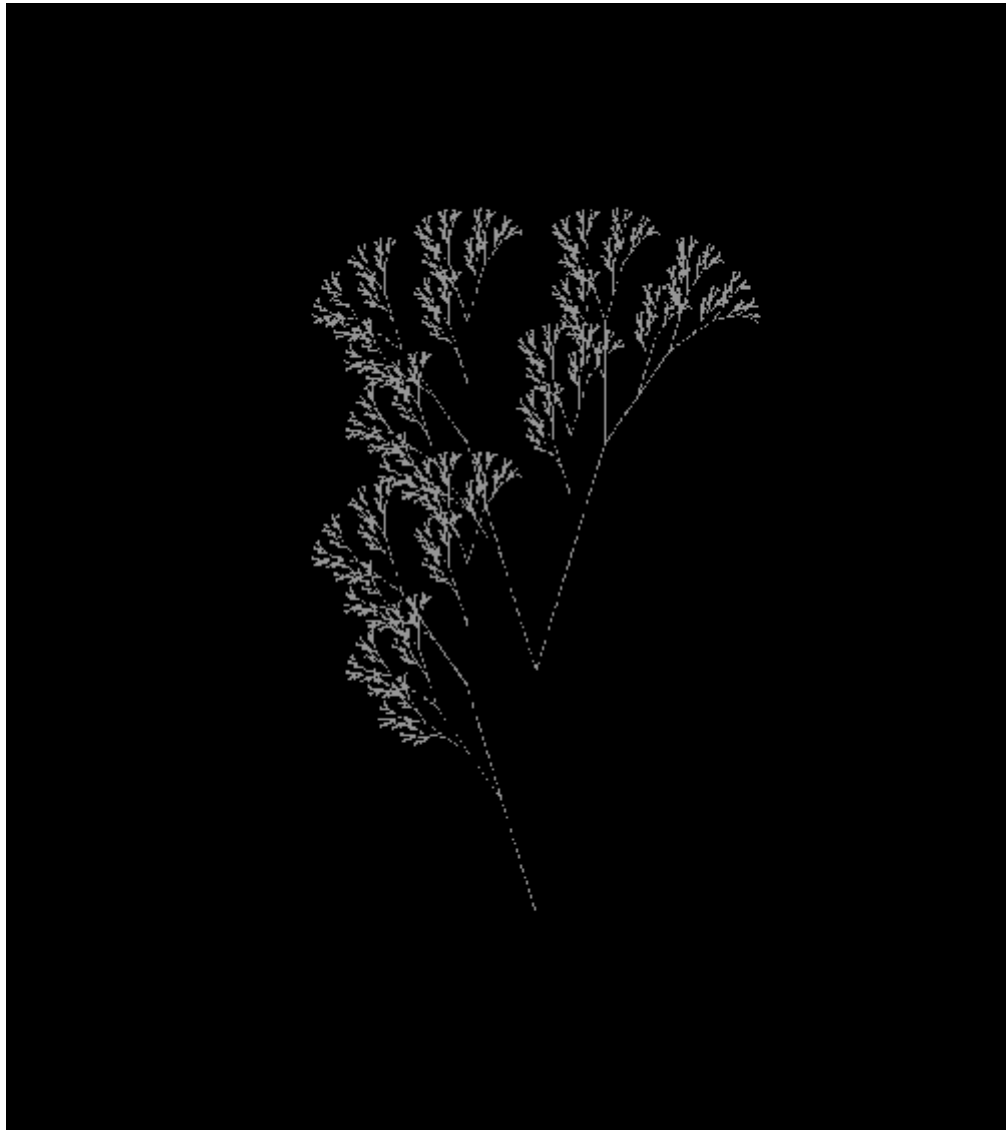


The Wolfram 2,3 Turing machine is Universal (Alex Smith 2007)





# Lindenmayer bomen







Groei en rekenen hebben iets met  
elkaar te maken. Maar wat?

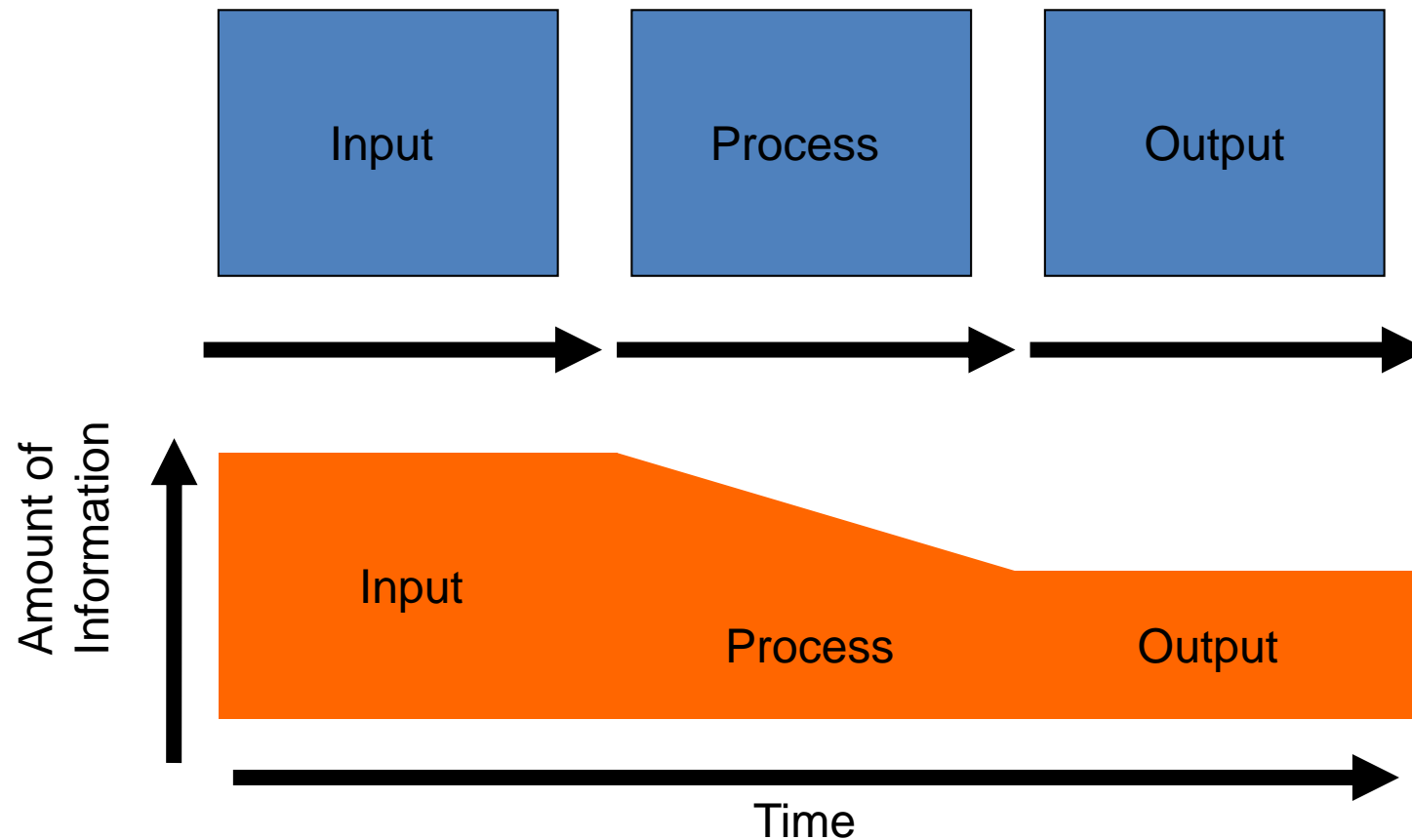
# Wat is de interactie tussen rekenen en informatie?

- Rekenen
- Slim
- Deterministisch
- Toekomst ligt vast
- Informatie gaat verloren
- Gokken
- Dom
- Random
- Toekomst onbekend
- Informatie groeit

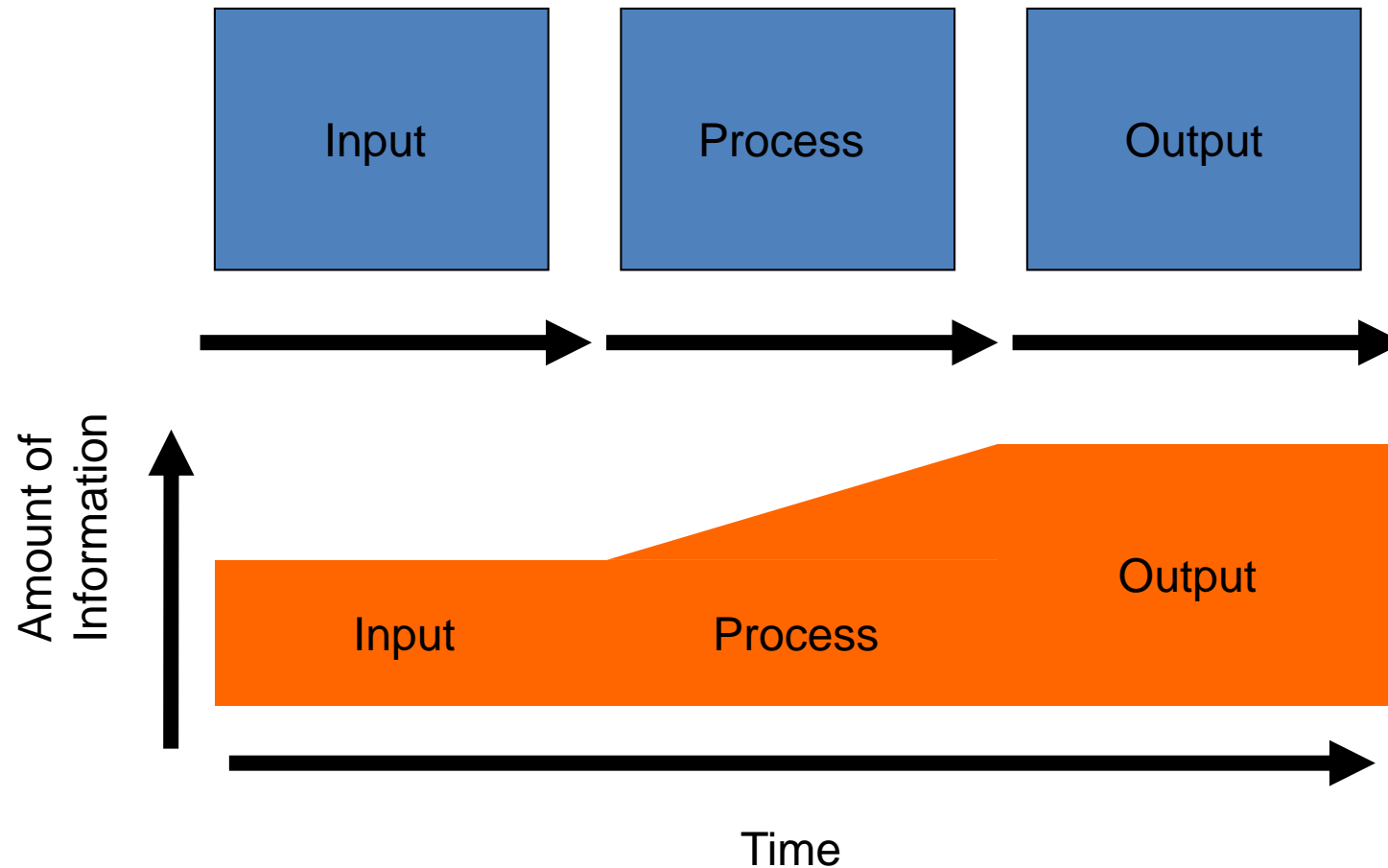


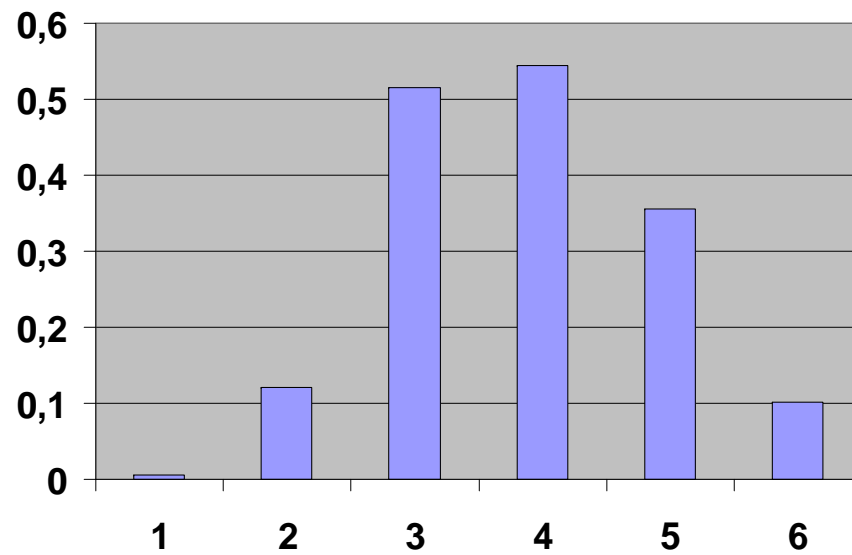
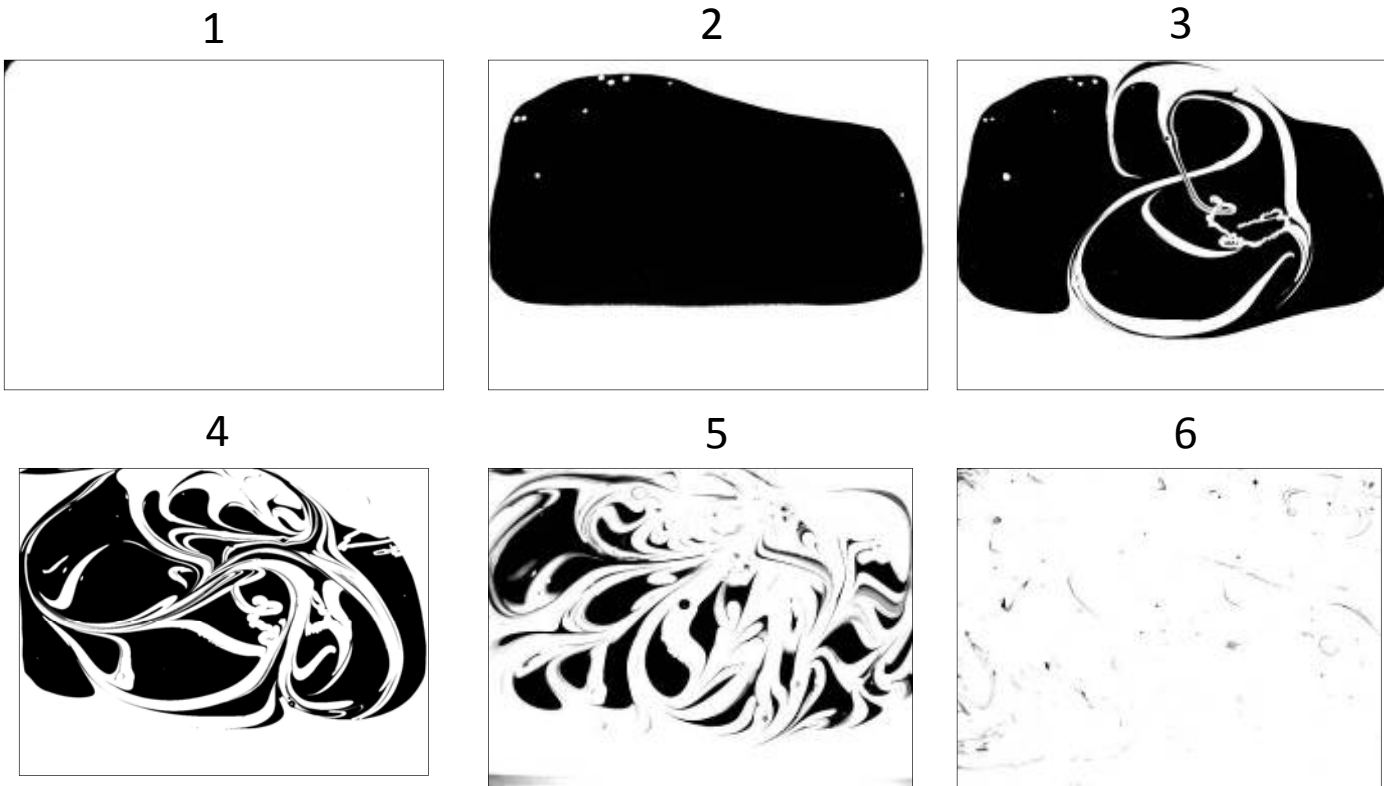
# Recuratieve functies: verwijderen informatie (entropie reductie)

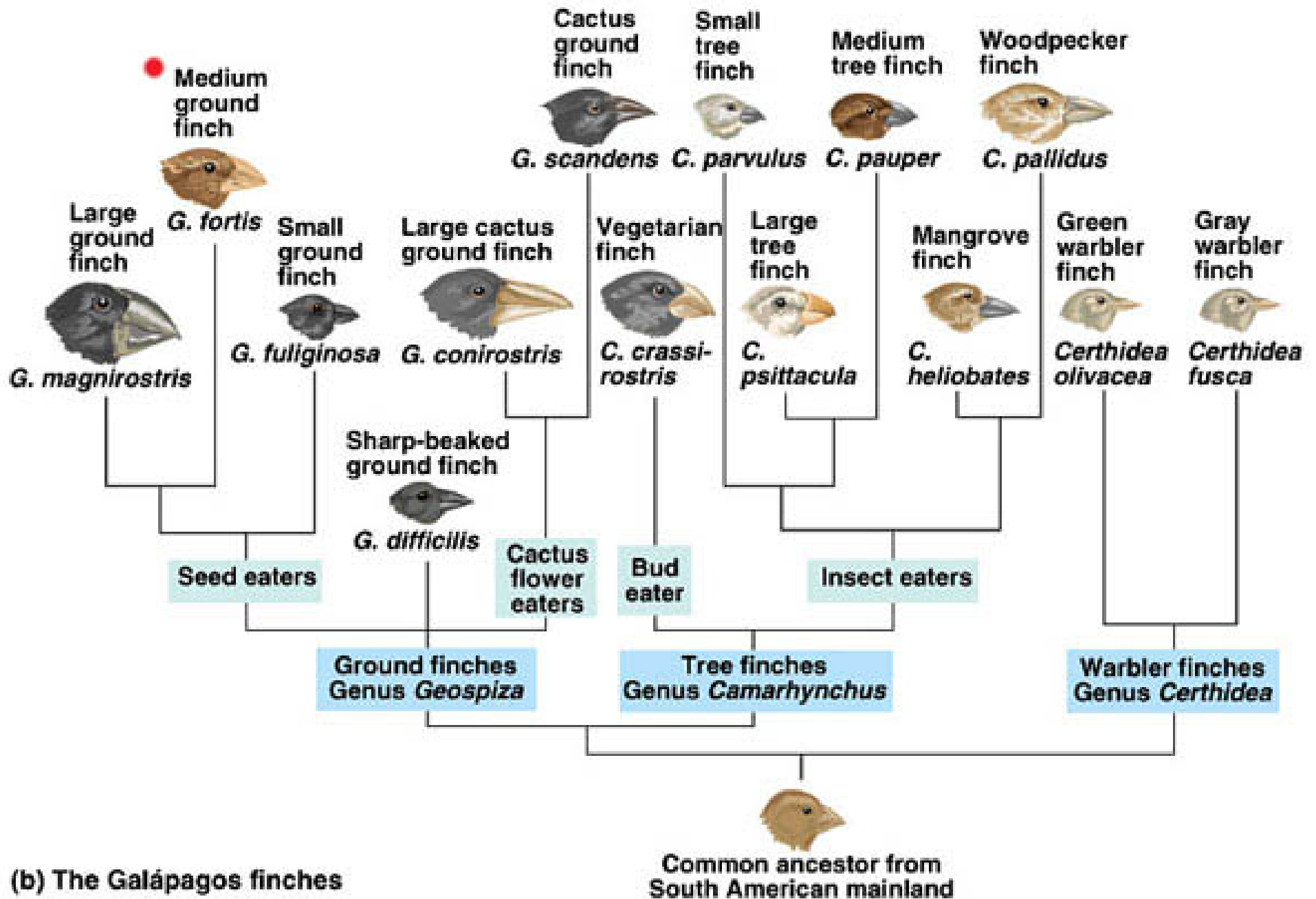
$$\begin{array}{rcc} A + B & = & C \\ \log A + \log B & = & \log (A + B) \end{array}$$



# Non deterministische processen: Creeren Informatie







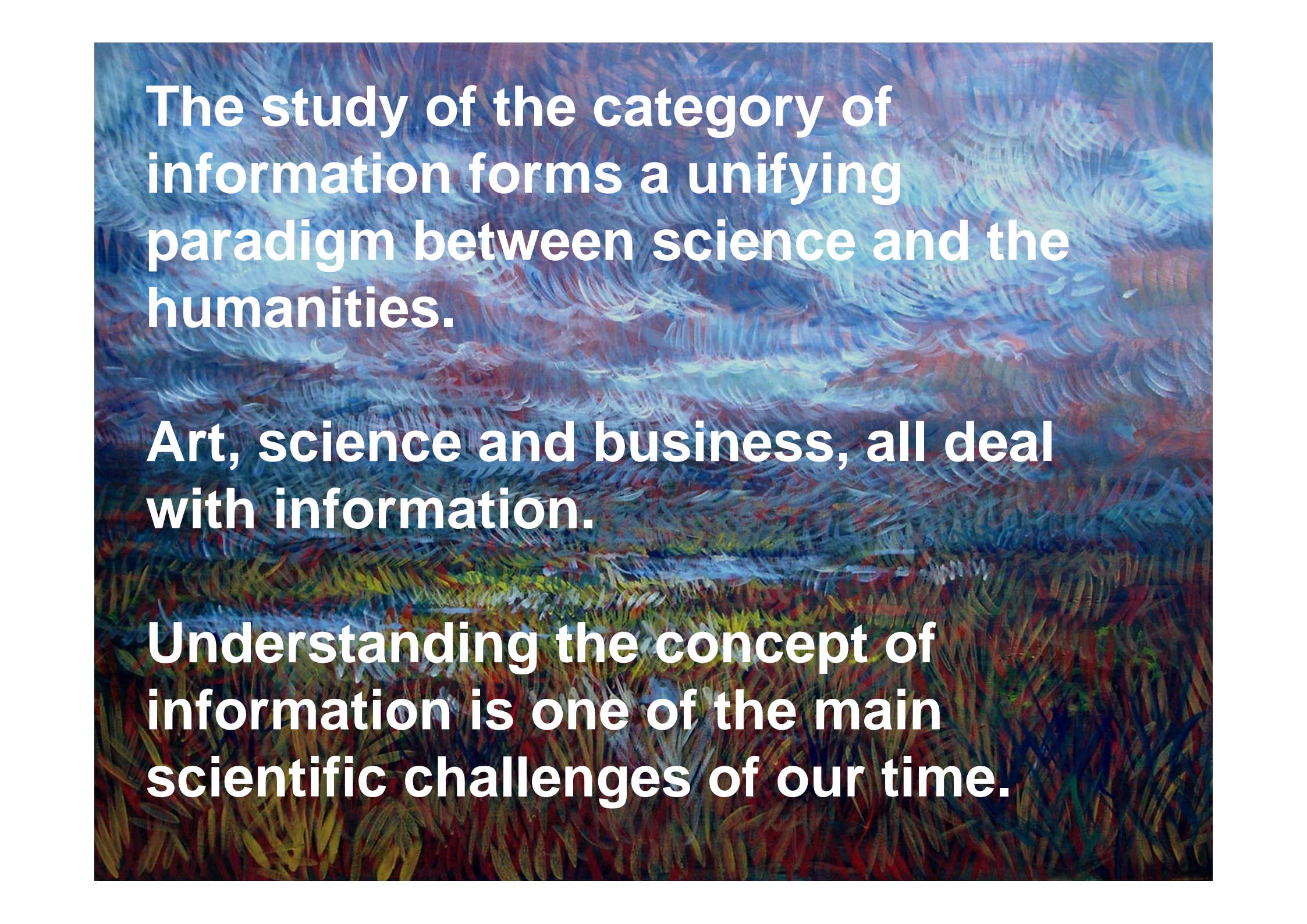
(b) The Galápagos finches

# Evolutie = rekenen in negatieve tijd

- Factische processen: groei van betekenisvolle informatie in de tijd (beurs, games, evolutie, universum als geheel)
- De huidige mensheid berekent de Neanderthaler in negatieve tijd
- Adriaans, Van Emde Boas, Computation, information and the arrow of time, 2010.

1. **\*The problem of defining meaningful information**
2. **\*What is an adequate logic of information?**
3. **\*\* Finite versus discrete models of nature**
4. **\*\* Computation versus thermodynamics**
5. **\*\* Classical information versus quantum information**
6. **\*\*\* Information and the theory of everything**
7. **\*\*\*The Church-Turing Hypothesis.**
8. **\*\*\*The tradeoff between information, axiomatization and computation.**
9. **\*\*\*Classification of information generating/discarding processes:**
10. **\*\*\*\*P versus NP?**





**The study of the category of information forms a unifying paradigm between science and the humanities.**

**Art, science and business, all deal with information.**

**Understanding the concept of information is one of the main scientific challenges of our time.**