



# SELLS

# !

**Prof. Dr. Bart De Moor**  
**ESAT-STADIUS KU Leuven**  
**iMinds Medical IT**

**[www.bartdemoor.be](http://www.bartdemoor.be)**

**[Bart.DeMoor@kuleuven.be](mailto:Bart.DeMoor@kuleuven.be)**

# Inhoud

- De relevantie van **Science, Technology, Engineering, Mathematics**
- De zeven sferen van de Technotoop
- STEM Vlaanderen

# Science

**Popper:** Een stelling, theorie, uitspraak,.... is wetenschappelijk wanneer ze zelf aangeeft op welke manier ze kan ontkracht worden. Onweerlegbaarheid is nooit wetenschappelijk. Weerlegbaarheid is de sterkte van wetenschap, geen zwakte !

# Technologie

- Technology = techne logos = de know-how om iets op te lossen

-Technology = “transbiological evolution on top of the natural biological evolution”

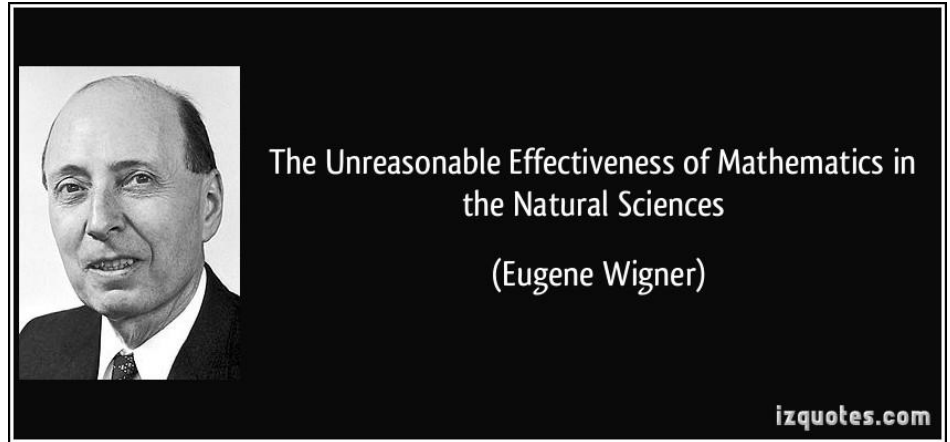
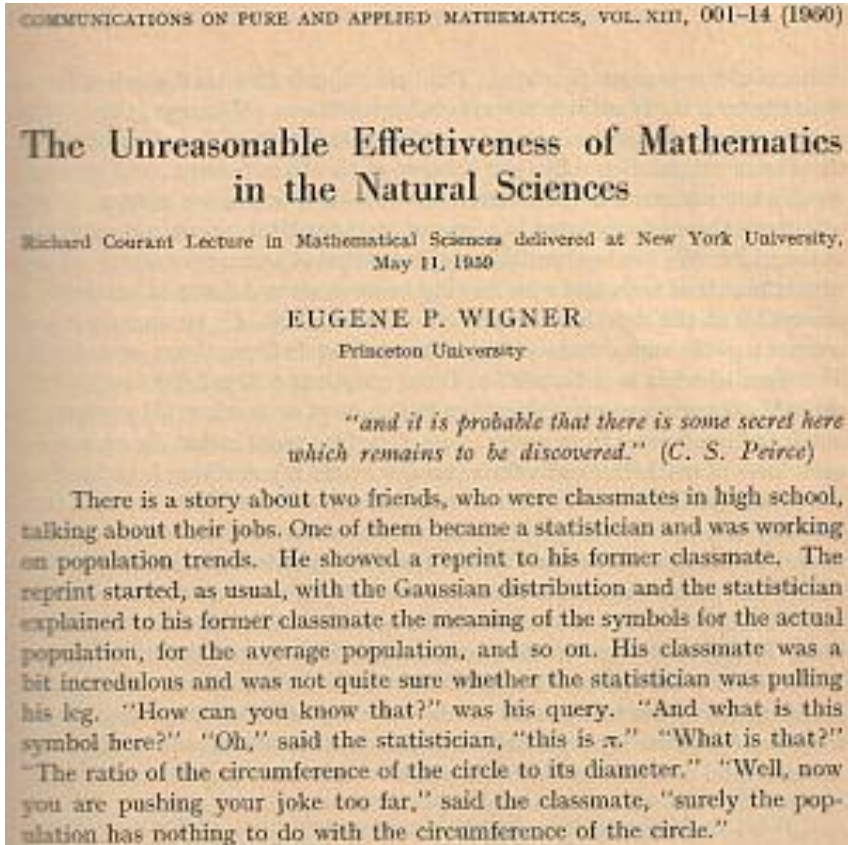
# Engineering

Engineering = Hoe technologie gebruiken om problemen op te lossen  
= Ontwerpen = Creativiteit en inventiviteit met technologie

# Mathematics

= Unreasonably effective !!

# The unreasonable effectiveness of mathematics



# Inhoud

- De relevantie van  
**Science, Technology, Engineering, Mathematics**
- De zeven sferen van de Technotoop
- STEM Vlaanderen



**Matter**

# The science (analysis)

Law 1: Orbit = ellips; Sun = focus

Law 2: 'Radial line' covers equal surfaces in equal time intervals

Law 3: 
$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

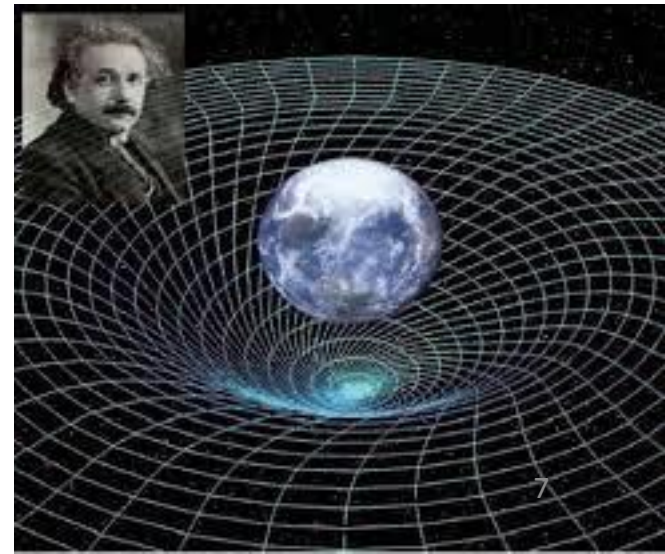
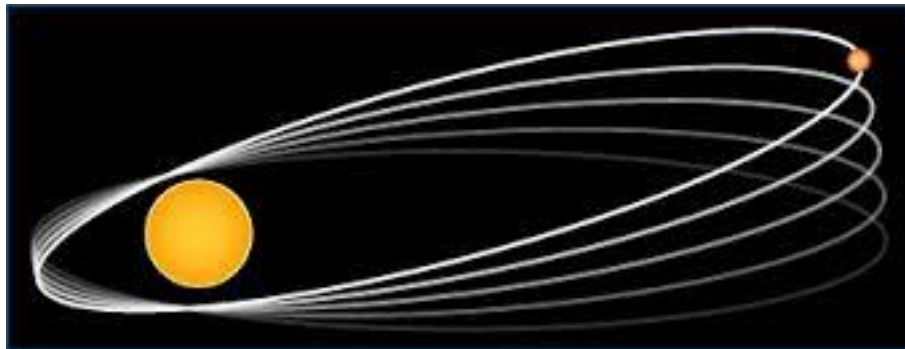
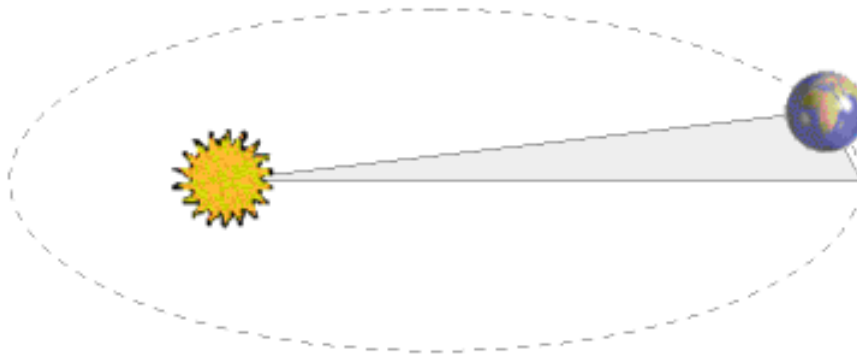


Kepler



Newton

$$F = m \cdot a$$
$$F = G \frac{m \cdot M}{r^2}$$



# Technology and Engineering Design:

## The first industrial revolution (1700...)

- Steam engine (Watt)
- Mechanisation of textile industries
- Infrastructure for mobility: rail roads
- Water and Coal as energy source
- *Transition of a feudal rural towards industrial society*
- *Socio-cultural evolution follows the economical-technical one (French revolution)*

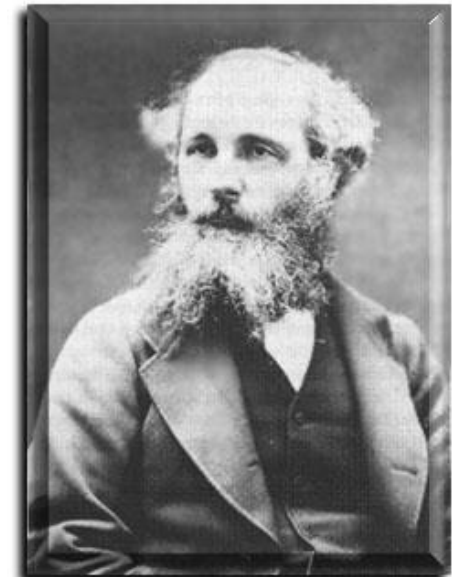
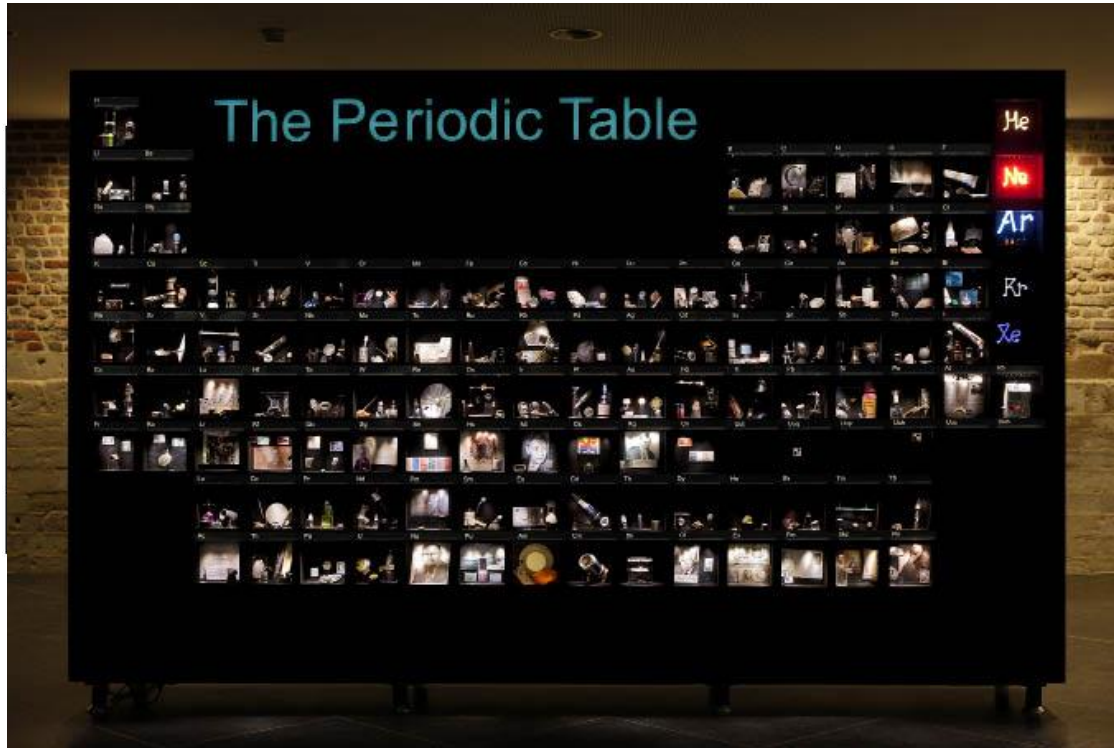




**Energy**

**Matter**

# The science (analysis)



$$\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho$$

(1) Gauss' Law

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

(2) Gauss' Law for magnetism

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

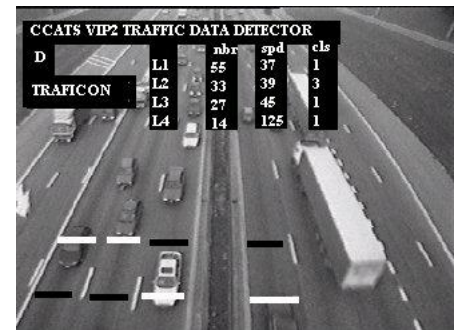
(3) Faraday's Law

$$\nabla \times \mathbf{H} = \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} + \mathbf{J}$$

(4) Ampère-Maxwell Law

# Technology & Engineering Design: The second industrial revolution (1870...)

- Mass production and consumption
- Electricity and oil as energy sources
- Chemical industry develops
- Infrastructure for mobility: road network
- Telecommunication develops, radio, TV
- Labor and Capital (Marx) ; Unions ; Liberalism: Adam Smith*
- Government as regulator and facilitator*





**Information**

**Energy**

**Materials**

# The science (analysis)

1880: Maxwell's laws (electro-magnetism)

1905: Quanta: Planck and Einstein

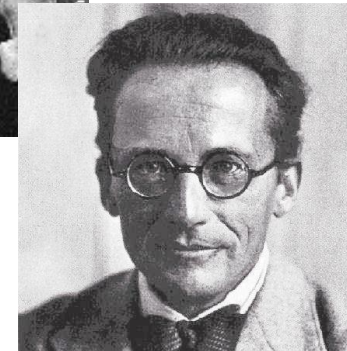
1910: Atom model Bohr

1930: Quantummechanics of Heisenberg, Schrödinger,...

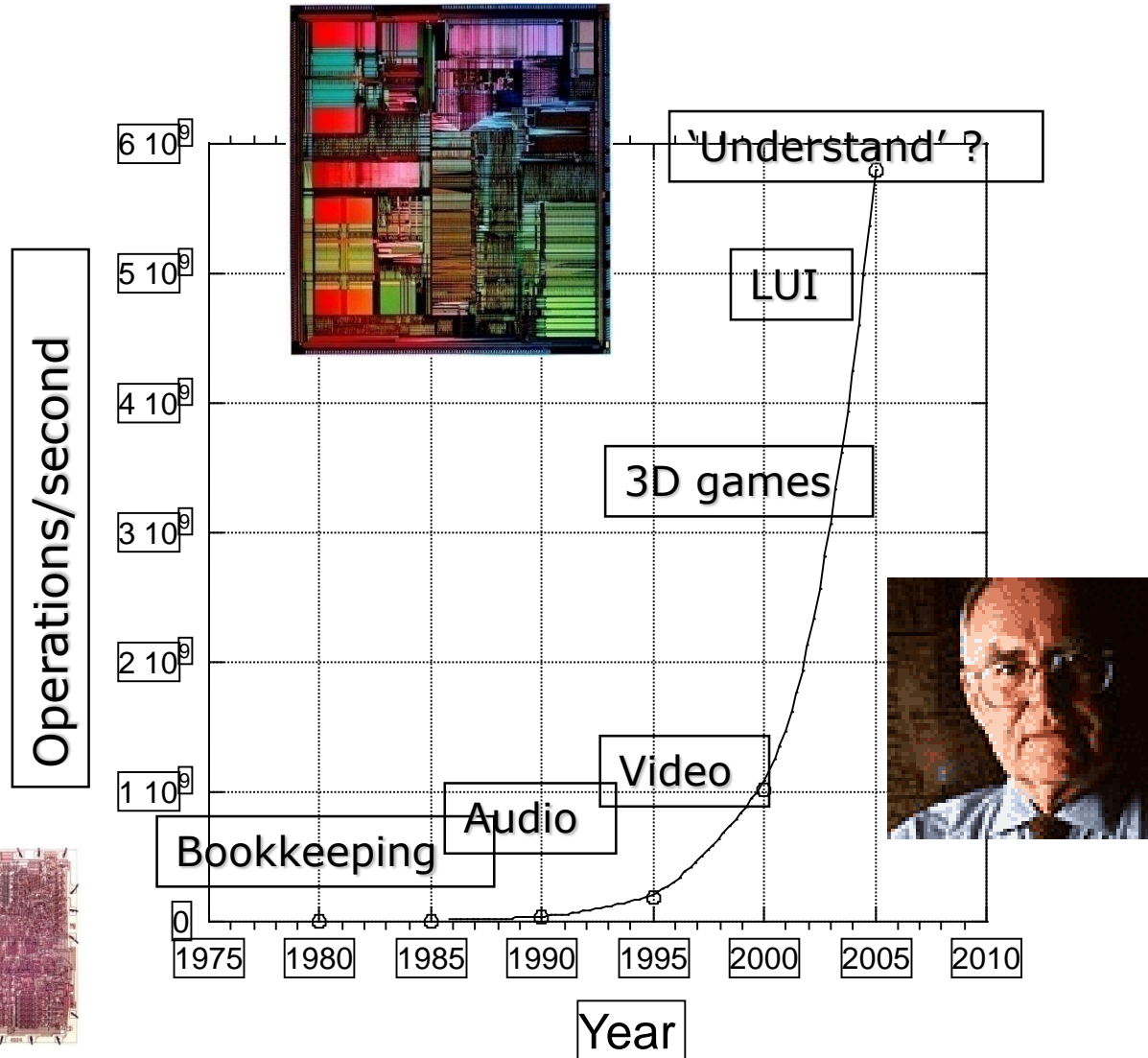
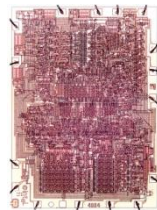
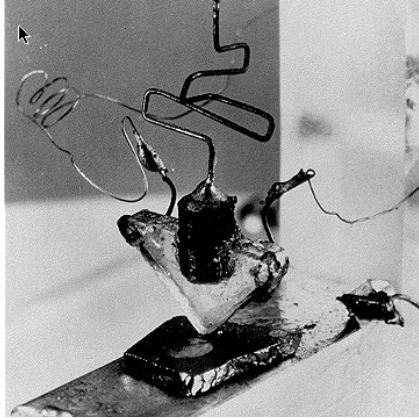
1940: Computer (principle) of Turing and von Neumann

1948: Information theory of Shannon

1950: Transistor of Shockley, Bardeen,...



# Technology and Engineering Design: The third industrial revolution (1945...)



Computational power x 2 every 18 months





Grains of rice the world consumes annually: **27.5 quadrillion**



Amount of data the world consumes every 30 minutes: **40.4 petabytes**

**We consume more bytes on the internet in 30 minutes than grains of rice in a year.**

1 million = 1 000 000

1 billion = 1 000 000 000

1 trillion = 1 000 000 000 000

1 quadrillion =

1 000 000 000 000 000

1 kB = 1 000

1 MB = 1 000 000

1 GB = 1 000 000 000

1 TB = 1 000 000 000 000

1 PB = 1 000 000 000 000 000

1 TB

= large university library

= 212 DVD discs

= 1430 CDs

= 3 year music in CD quality

The image features four overlapping circles of different colors. The top-left circle is yellow and contains the word 'Energy'. The top-middle circle is pink and contains the word 'Information'. The top-right circle is orange and contains the word 'Sustainability'. The bottom-left circle is yellow and contains the word 'Materials'. All circles have a thin black outline and the text is centered within each circle in a bold, black, sans-serif font.

**Information**

**Energy**

**Sustainability**

**Materials**



# Sustainability

- Globalization

  - Global Village Concept van CNN*

  - Internet*

  - Think globally, act locally (glocal)*

  - Networks of people and computers*

- Standardization, uniformization, protocollization

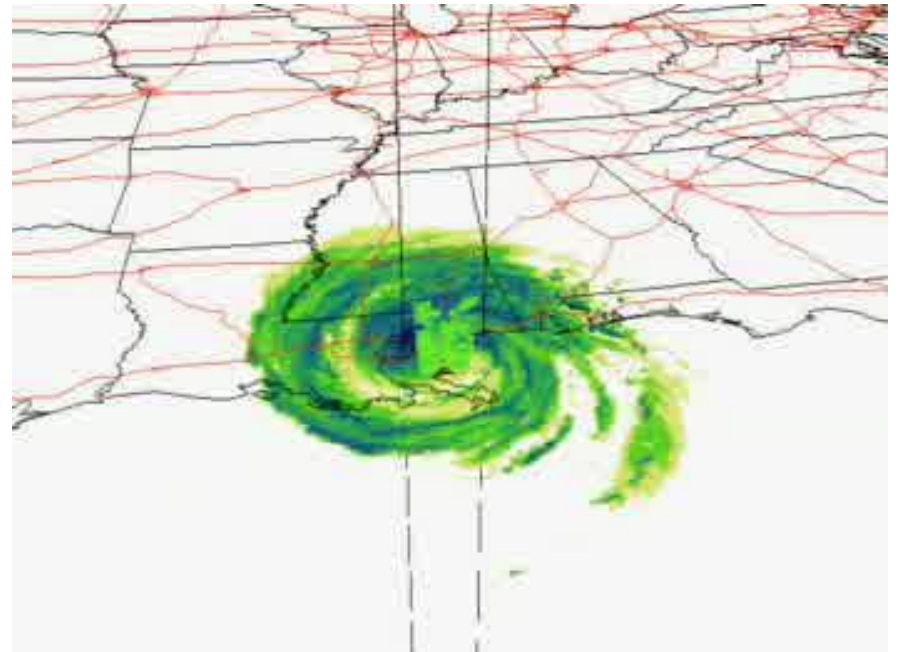
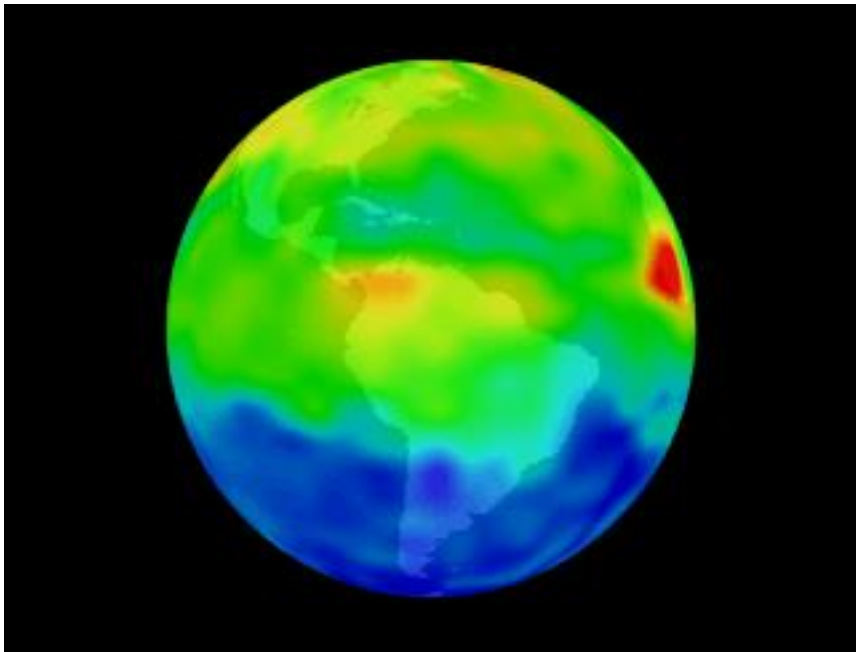
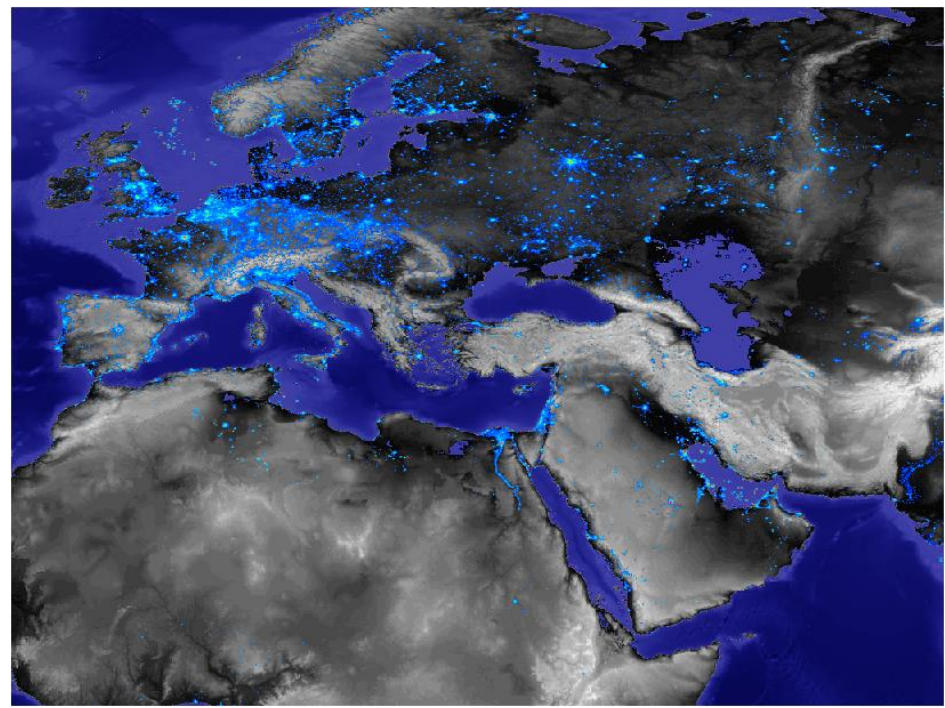
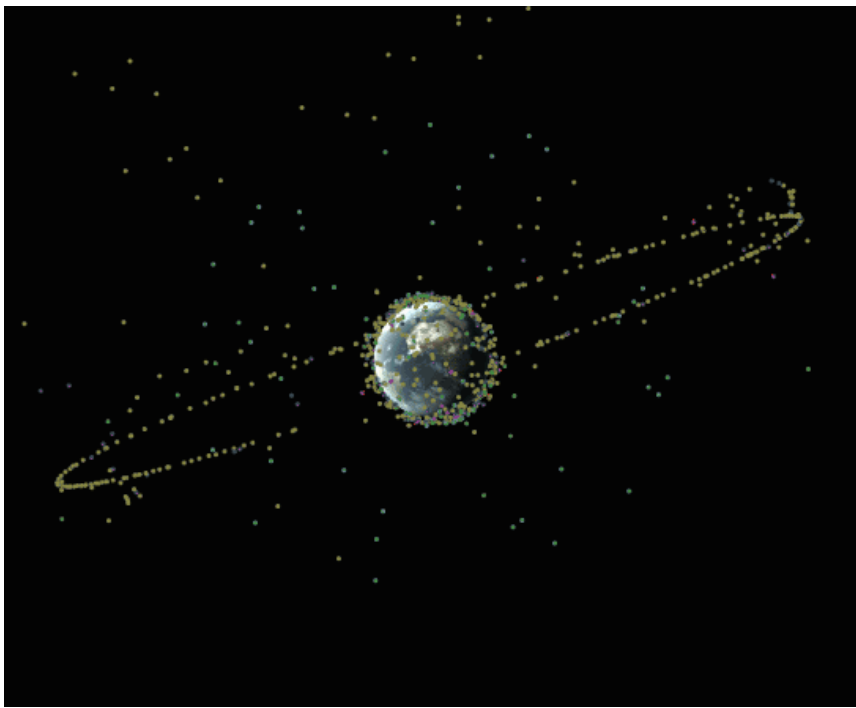
- Sustainable society

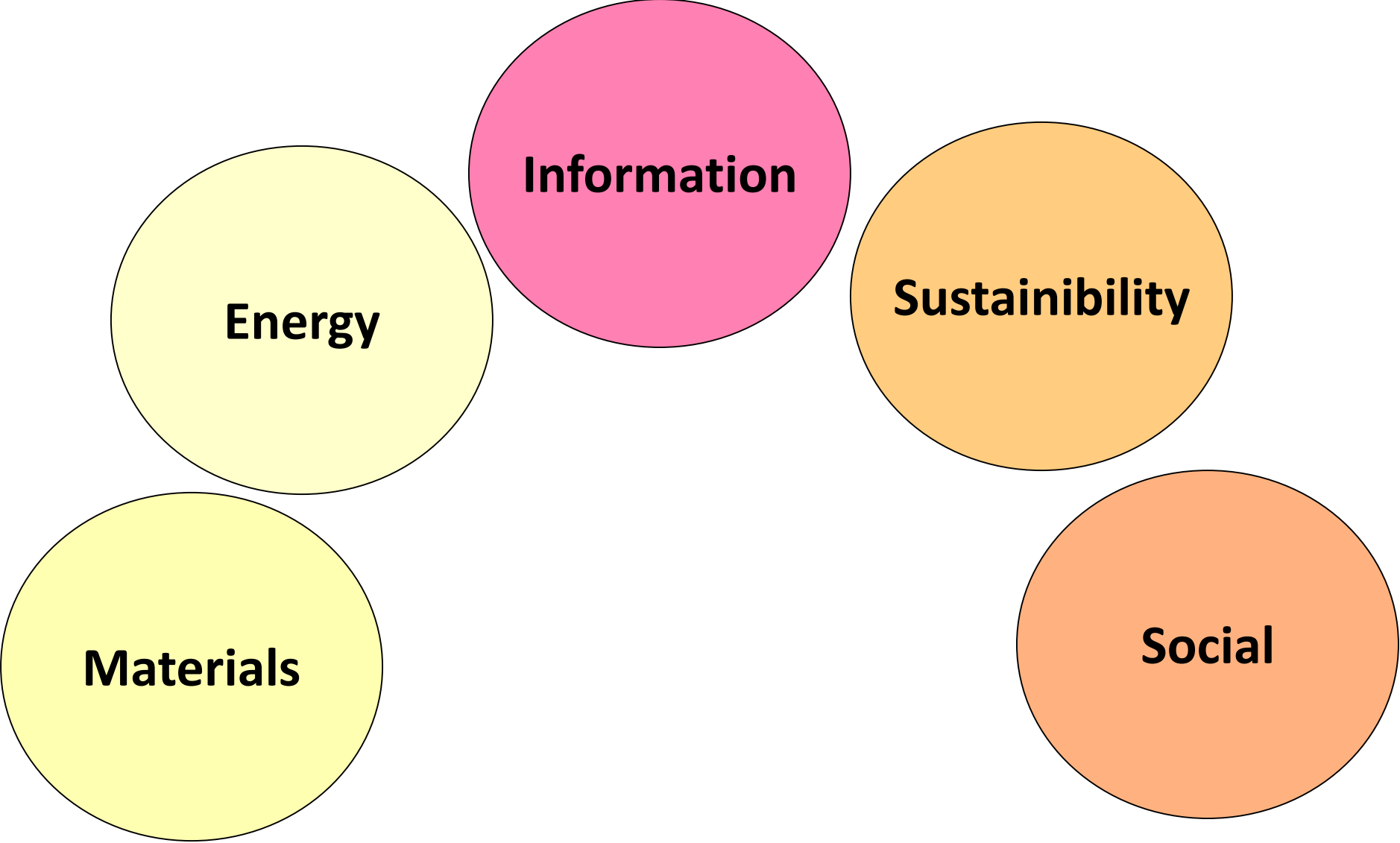
  - Traditionally: Finite demands and infinite supplies*

  - Now: Infinite demands but finite supplies*

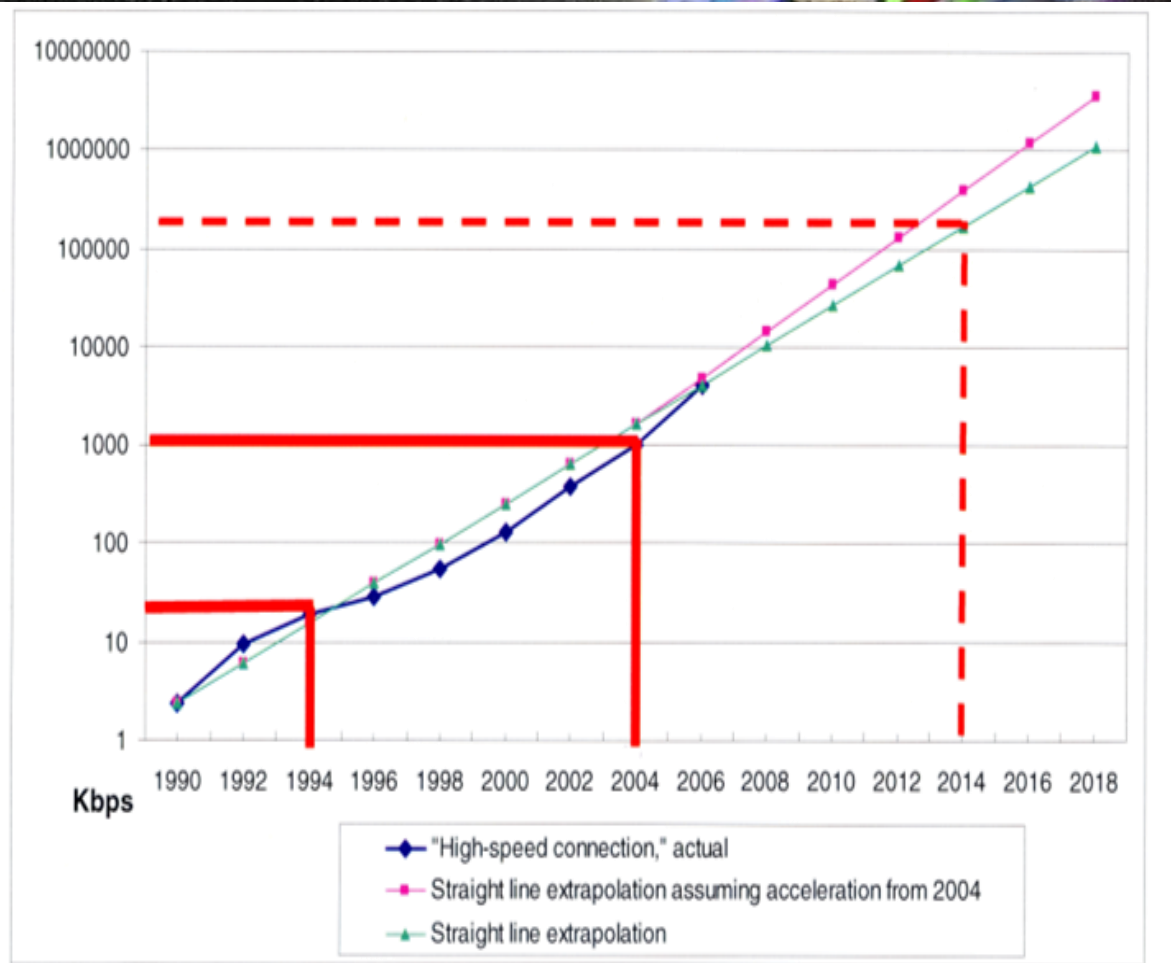
  - We did not inherit the world from our ancestres, but have borrowed it from our children (Antoine de Saint-Exupery)*

- Cleantech, renewable energy, global warming, ....





# Connectivity

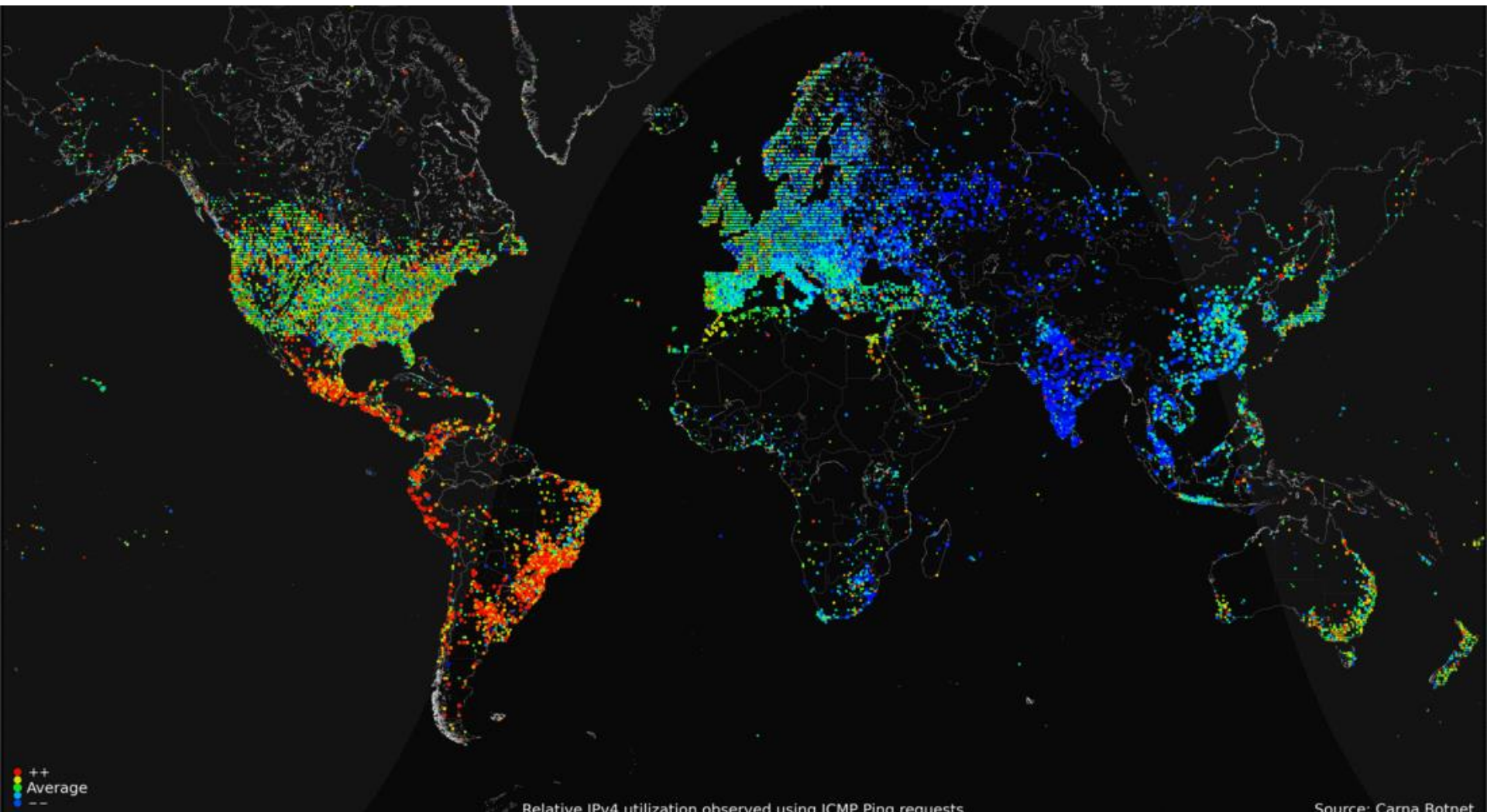


We are always  
**CONNECTED**  
and **FAST!**





# www: max 19 clicks !



**Information**

**Sustainability**

**Energy**

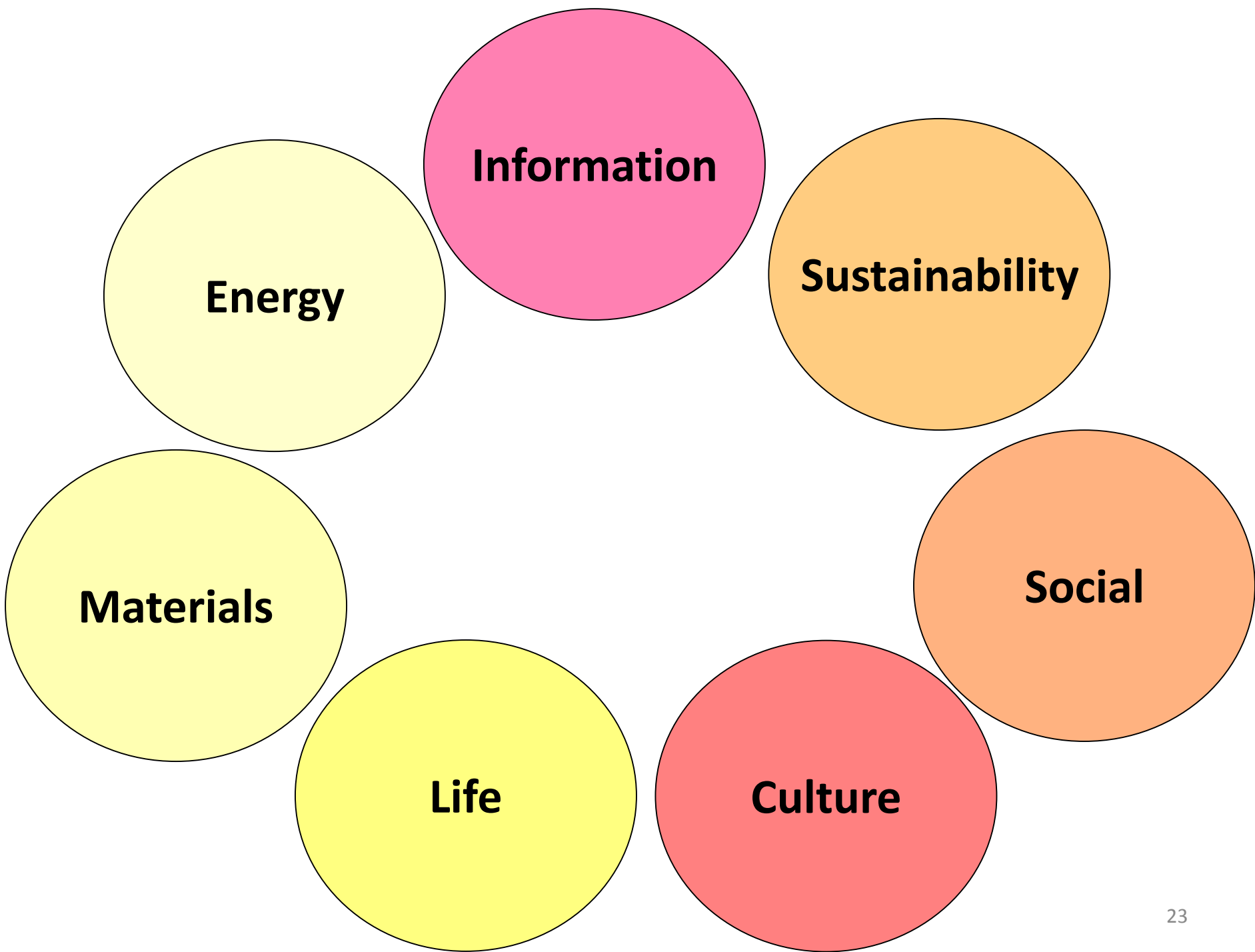
**Social**

**Materials**

**Culture**



**STEAM**



# The science

1865: Mendel: Laws of inheritance from statistical inference

1944: Avery/MacLeod/McCarty: DNA = hereditary material

1953: Watson/Crick: DNA double helix

1965: Restriction enzymes: DNA 'scissors'

1966: Nirenberg/Khorana/Holley: Determine genetic code

1972: Cohen/Boyer: Recombinant DNA, gene transfer in bacteria

1977: Sanger/Maxam/Gilbert: DNA sequencing methods

1982: Insulin by transgene bacteria

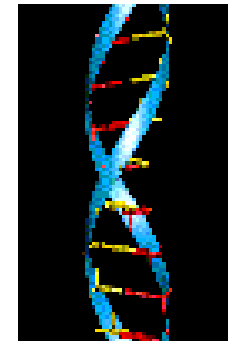
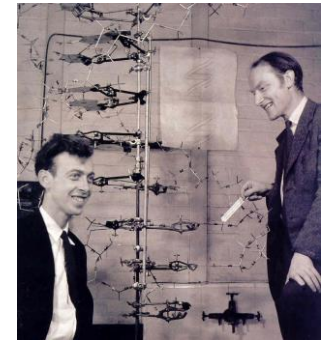
1985: Polymerase Chain Reaction (PCR)

1991: First transgene animal: Herman the bull

1994: GM tomatoes to market

1997: First cloned animal: Dolly

2001: Human Genome Completion announced





index of 20 million Biomedical PubMed records

23 GigaByte

1 slice mouse brain MSI at 10  $\mu$ m resolution

81 GigaByte

raw NGS data of 1 full genome

1 TeraByte

sequencing all newborns by 2020 (125k births / year)

125 PetaByte / year

**1 kB = 1000**  
**1 MB = 1 000 000**  
**1 GB = 1 000 000 000**  
**1 TB = 1 000 000 000 000**  
**1 PB = 1 000 000 000 000 000**

1 small animal image

1 GigaByte

1 CD-ROM

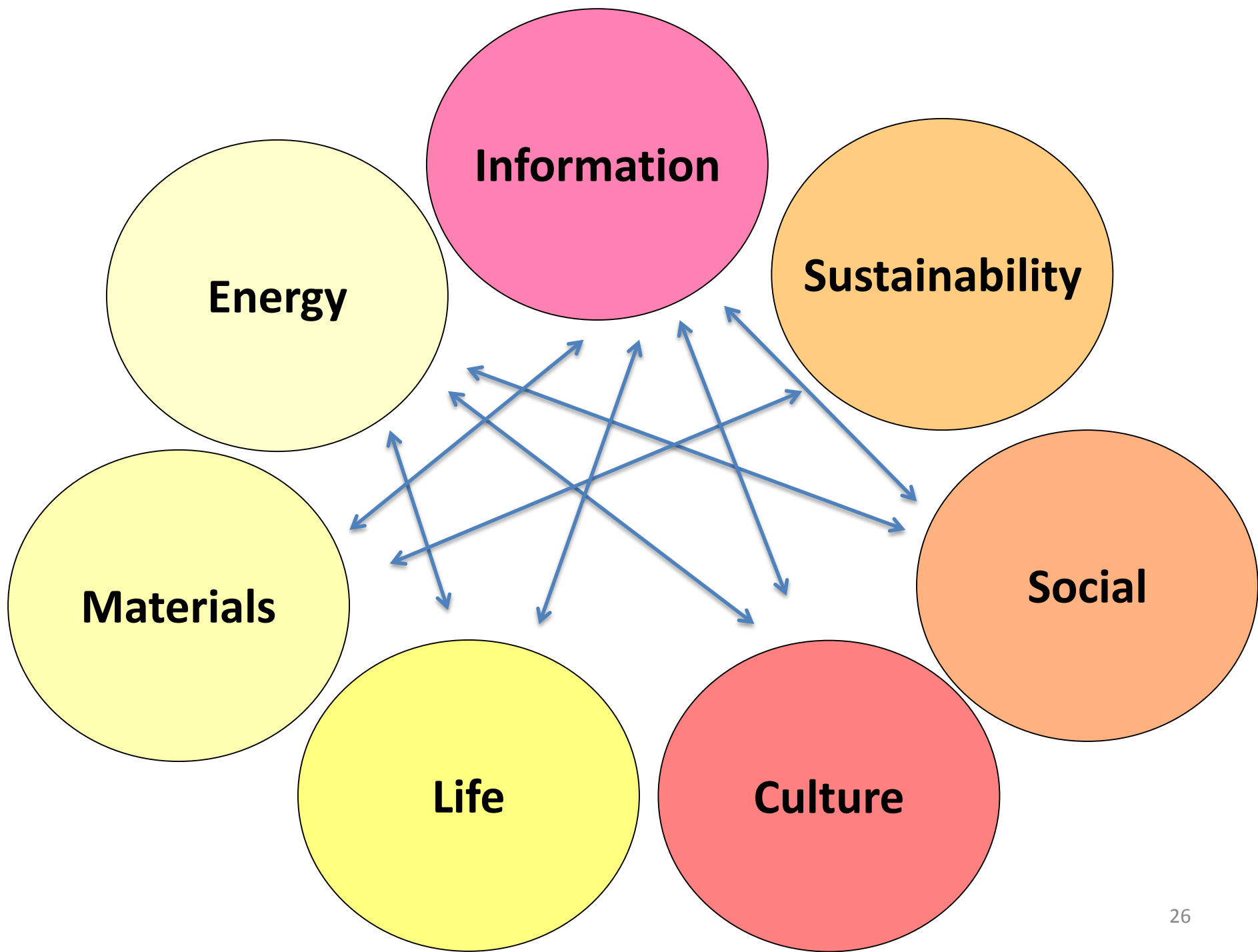
750 MegaByte

PACS UZ Leuven

1,6 PetaByte

Genomics core HiSeq 2000 full speed exome sequencing

1 TeraByte / week



# Transdisciplinary engineering design



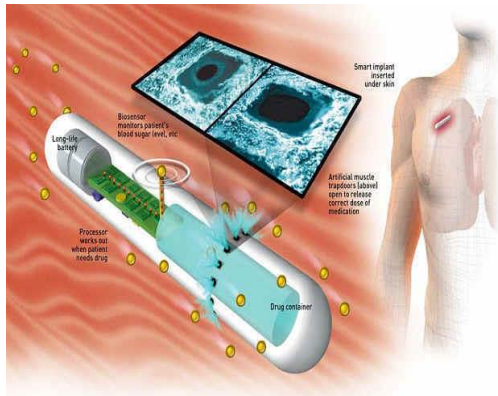
Materials, energy, IT



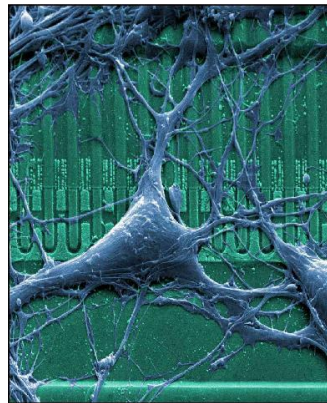
Ubiquitous computing



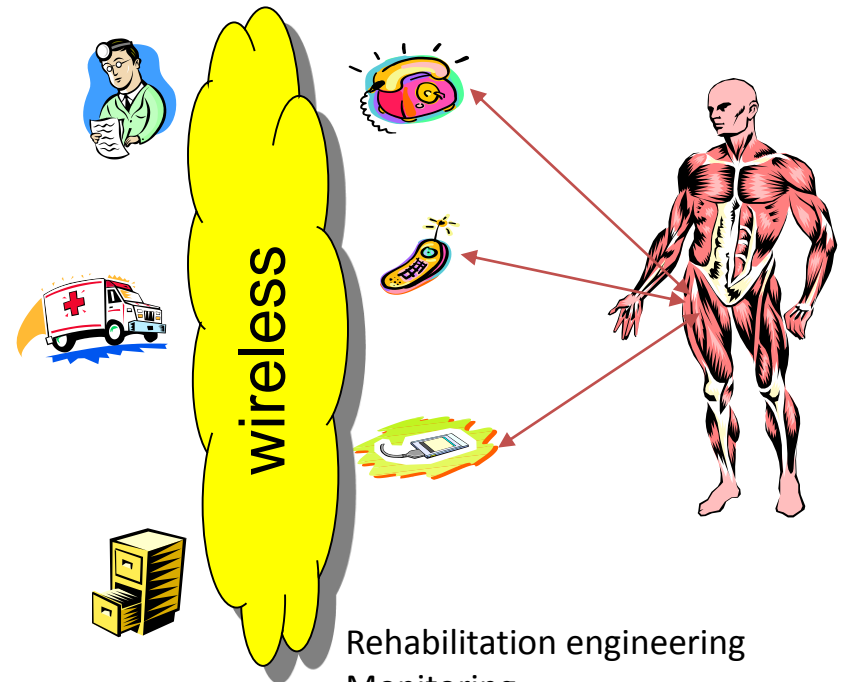
Ambient intelligence



Embedded intelligence  
Smart pills



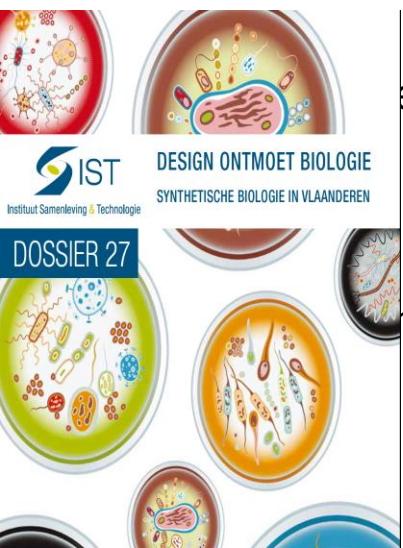
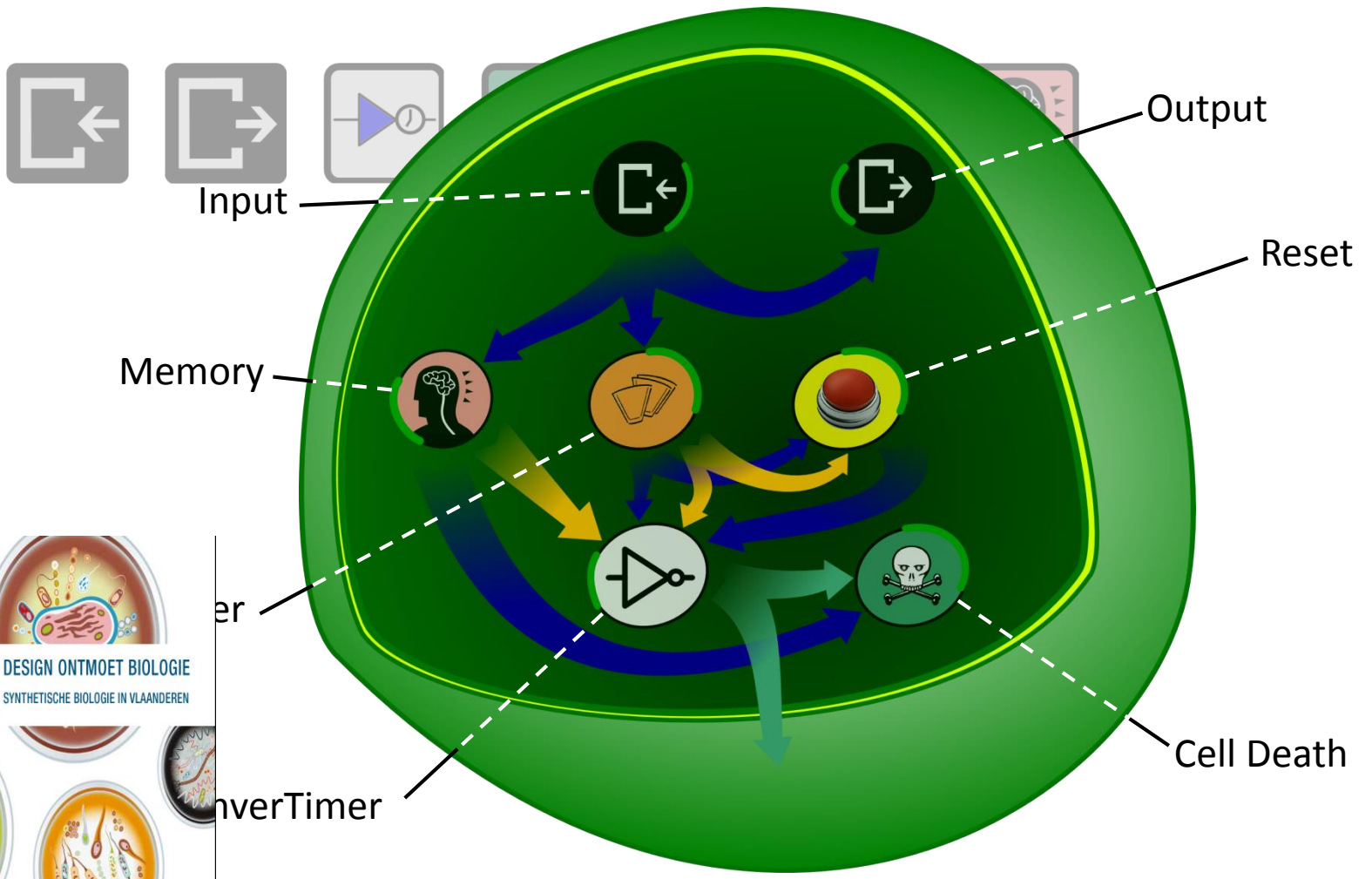
Neuron on chip



Rehabilitation engineering  
Monitoring  
Sensors: EEG, glucose, blood, DNA, ...  
Add-ons: vision, hearing, implants, ...

# Synthetic biology: design new functional life

## Bacterium detecting cancer cells



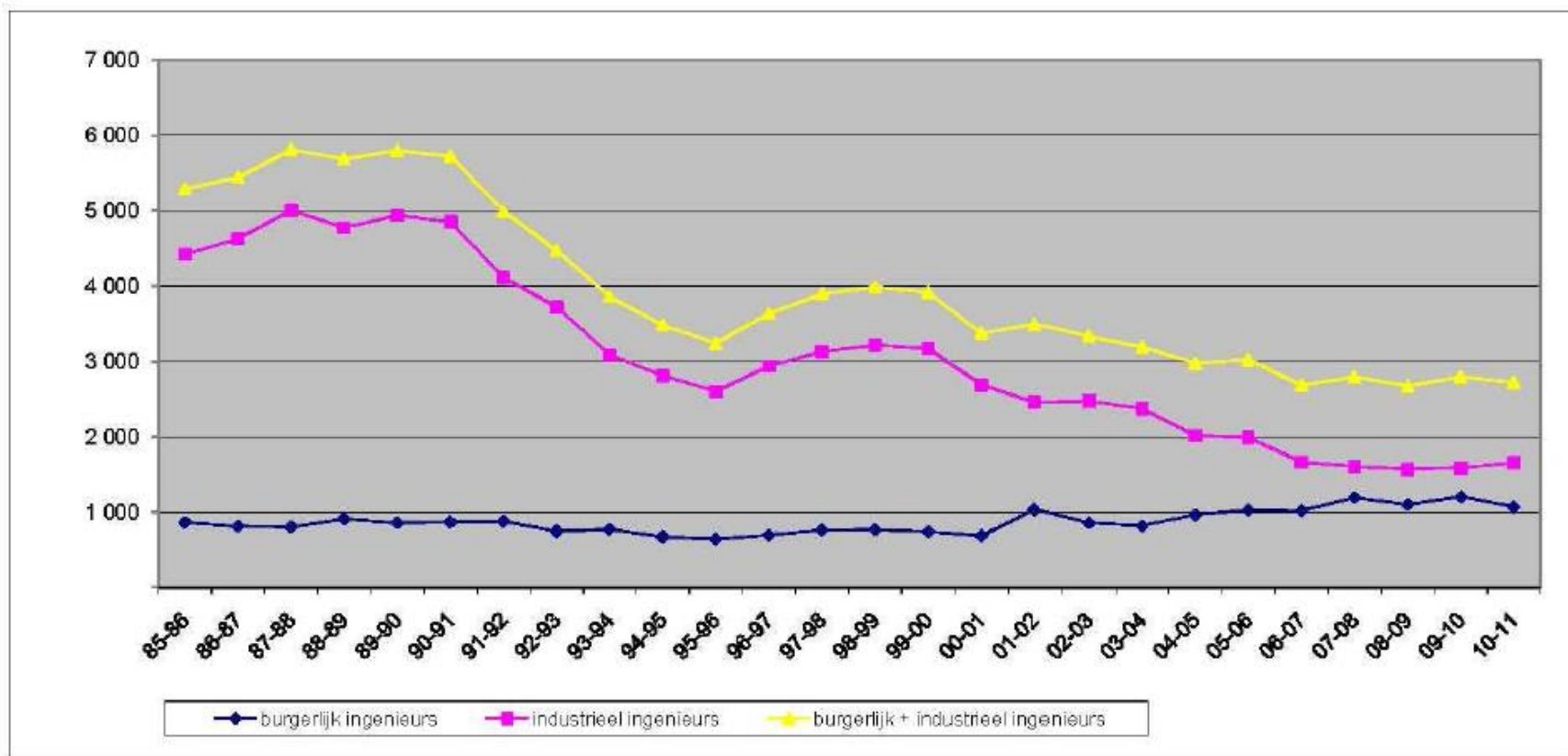
# Dus....

- Rol van wetenschap en technologie is pervasief in alle dimensies van ons bestaan
- We leven niet langer in een *biotoop*, maar wel in een *technotoop*
- *Relevantie van STEM als samenhangend geheel*
- Hoe omgaan met de **technotoop** ?
  - Globaal
  - **In Vlaanderen ?**

# Inhoud

- De relevantie van **Science, Technology, Engineering, Mathematics**
- De zeven sferen van de Technotoop
- STEM Vlaanderen

## Evolutie generatiestudenten Vlaamse ingenieursopleidingen





## 2011

1	Vrouwenaandeel in secundair onderwijs (3de graad)	27,40 %
2	Marktaandeel STEM richtingen in Professionele Bachelors	23,82%
3	Vrouwenaandeel in Professionele STEM-Bachelors	21,13%
4	Marktaandeel STEM in Academische bachelors	29,02%
5	Vrouwenaandeel in Academische STEM-bachelors	33,50%



# STEM & Maatschappelijke Deficits

- **Democratisch deficit**
  - Beleids- en opiniemakers
  - Vox populi
- **Juridische deficits**
  - Wetgevende, uitvoerende en rechterlijke macht
- **Ethische deficits: Niet hoe maar wat (keuzes)**
  - Prenatale testen
  - Synthetische biologie

**Wetenschapscommunicatie  
naar ALLE doelgroepen = ESSENTIEEL !**

# STEM-actieplan 2012-2020

- vraag Vlaams Parlement:
  - verhogen van de uitstroom aan afgestudeerden in exact wetenschappelijke en technische richtingen
  - betere aansluiting onderwijs-arbeidsmarkt
- resultaat: STEM-actieplan van de Vlaamse Regering
- verantwoordelijke beleidsdomeinen:
  - O&V = Onderwijs en Vorming
  - EWI = Economie/wetenschap/innovatie
  - WSE = Werk/Sociale Economie
- voortrekker: minister van Onderwijs Crevits

# Inhoud actieplan: probleemanalyse

- **STEM en de mismatch tussen vraag en aanbod**
  - kwantitatief
  - kwalitatief
  - structureel
- **STEM in onderwijs**
  - hoger onderwijs
  - secundair onderwijs
- **Gender challenge**





**Studying Stem:**  
what are the barriers?

A Special Issue of The IET Journal of Science, Technology and Innovation



**STEM  
AMBASSADORS**  
ILLUMINATING  
FUTURES



**WHY  
ENGINEERING?**

**IET AWARDS**  
The Institution of  
Engineering and Technology

**YOUNG WOMAN  
ENGINEER**



**The IET Young Woman  
Winner of the  
Awards**

Online by **31 July 2014**

[eiet.org/ywe](http://eiet.org/ywe)



**WHY ARE  
GIRLS  
STEPPING OUT OF STEM?**

[Download the report](#)



#genderagenda



NATIONAL  
**STEM**  
CENTRE

**NATIONAL WOMEN  
In ENGINEERING DAY**  
23 June 2015

**Meet the Stemettes  
in Chester**

**27 June, 1pm**

**Register at [stemettes.org](http://stemettes.org)**

FREE • FOOD • FUN



	<u>2011</u>	<u>2020</u>	
1	Vrouwenaandeel in secundair onderwijs (3de graad)	27,40 %	33,33%
2	Marktaandeel STEM richtingen in Professionele Bachelors	23,82%	27,82%
3	Vrouwenaandeel in Professionele STEM-Bachelors	21,13%	25,20%
4	Marktaandeel STEM in Academische bachelors	29,02%	33,02%
5	Vrouwenaandeel in Academische STEM-bachelors	33,50%	33,50% (*)

(\*) Dit vrouwenaandeel moet dus in principe niet stijgen maar er moet wel verschuiving komen naar sommige studierichtingen als informatica, ingenieur...



TECHNOPOLIS





## algemene acties

### STEM Monitor

nulmeting 2013 + eerste 2-jaarlijkse update maart 2015  
*Bereik & effectiviteit:*  
 2 edities: OK  
*Key STEM aandachtspunt:* vol te houden op lange termijn

### Marketing en communicatieplan

*Bereik & effectiviteit:*  
 Eerste gecoördineerde aanpak staat op de agenda  
*Key STEM aandachtspunt:*  
 Groot budget nodig en/of zeer sterke partnerschappen met engagementsverintenissen

## cluster onderwijs-maatschappij-studiekeuze

### Splitsing leergebied Wereldoriëntatie in basisonderwijs

*Bereik & effectiviteit:* Uitgevoerd - doorlopende impact  
*Key STEM aandachtspunt:* Bijscholing leerkrachten basisonderwijs

### Beroepskwalificaties (Vlaamse Kwalificatiestructuur)

*Bereik & effectiviteit:* Uitgevoerd - doorlopende impact  
*Key STEM aandachtspunt:* Leerinhouden updaten i.f.v. aanvangsnormen van de sectoren/industrie

### VLOR Review en reflectie-instrument over STEM-didactiek

*Bereik & effectiviteit:* Uitgevoerd - doorlopende impact  
*Key STEM aandachtspunt:* Gebruik vnl op ped.studiedagen. In de scholen?

### Klascement: STEM pagina

*Bereik & effectiviteit:* Uitgevoerd - doorlopende impact  
*Key STEM aandachtspunt:* Gebruik?

### Onderwijsinspectie: Stavaza STEM in onderwijs : Onderwijspiegel 2013

*Bereik & effectiviteit:* Uitgevoerd - doorlopende impact  
*Key STEM aandachtspunt:* Opvolging inhoudelijk verbetertraject?

### Studie- en beroepenkeuze : Onderwijskiezer: STEM pagina toegevoegd

*Bereik & effectiviteit:* Uitgevoerd - doorlopende impact

### verbeteren STEM didactiek basisonderwijs met InterENW van Lerarenopleidingen

*Bereik & effectiviteit:* In uitvoering (tot dec 2015)  
*Key STEM aandachtspunt:* 2000 basisscholen

### STEM-onderzoek interdisciplinaire STEM-didactiek 2de en 3de graad

*Bereik & effectiviteit:* In uitvoering  
*Key STEM aandachtspunt:* Wat met 1ste graad en STEM?

### Pedagogische Begeleidingsdiensten + Academies

+ InterENW scholen 150-tal basisscholen bij  
*Bereik & effectiviteit:* In uitvoering  
*Key STEM aandachtspunt:* Verduurzaming? 2000 basisscholen

### Roadies (ESF + Klasse) 2 x 40 beroepen via ledereen Beroemd + Metro

*Bereik & effectiviteit:* Uitgevoerd - momenteel nog kort vervolg in aantal scholen  
*Key STEM aandachtspunt:* Éénmalig initiatief, grote weerklank

### VSK-advies "Kiezen voor STEM" bij groep 15-17 jarigen

*Bereik & effectiviteit:* Uitgevoerd  
*Key STEM aandachtspunt:* Wat met bevindingen? Informatie over STEM-beroep en maatschappelijke relevantie blijkt voor de jongeren zéér nodig

### 40 STEM Start Up Schools en Schools of Excellence + nieuwe oproep TSO/BSO

*Bereik & effectiviteit:* in uitvoering  
*Key STEM aandachtspunt:* Idealiter te herhalen. Budget?

### uitwisseling Best Practices in de scholen: 23 oktober 2015 (2016: sec ond)

*Bereik & effectiviteit:* In uitvoering: 300 genodigden verwacht  
*Key STEM aandachtspunt:* Idealiter te herhalen. Budget?

PROJECT

PROEFT

PROEFT

PROEFT

PROEFT

PROEFT

PROEFT

PROEFT

PROEFT

PROEFT

PROEFT

PROEFT

PROEFT

PROEFT

PROEFT

PROEFT

PROEFT

PROEFT

## SES doelgroep (BAO, Sec Ond + gemeentes)

*Bereik & effectiviteit:* In uitvoering  
*Key STEM aandachtspunt:* Duurzame aanpak is nodig

## Opzetten Netwerk STEM-Academies

*Bereik & effectiviteit:* uitgevoerd  
*Key STEM aandachtspunt:* Werkt nu verder op eigen kracht

## fin. ondersteuning leden van het netwerk voor activiteiten

*Bereik & effectiviteit:* In uitvoering  
*Key STEM aandachtspunt:* Éénmalige interventie

## STEM Coaches

*Bereik & effectiviteit:* In uitvoering  
*Key STEM aandachtspunt:* Te kleine respons uit onderwijs voor goed idee. Oorzaken en bijstellingen?

## STEM-problematiek in de onderwijsconvenanten met de sectoren

*Bereik & effectiviteit:* uitgevoerd  
*Key STEM aandachtspunt:* Plaatje blijft zeer diffuus, onoverzichtelijk, aanbodgestuurd

## SERV Rondetafel: NL model sectoren die samen aanbod naar onderwijs in uitvoering zetten

*Bereik & effectiviteit:* uitgevoerd  
*Key STEM aandachtspunt:* Geen concrete afspraken

## wetenschapscommunicatienetwerken EWI, expertisecellen, strategische partners

*Bereik & effectiviteit:* Continu in uitvoering  
*Key STEM aandachtspunt:* Ruim budget, structurele investering, groot bereik. Ruimte om in te zetten op samen af te spreken inhoudelijke prioriteiten?

## SERV-Overzicht investeringen vanuit de bedrijven en sectoren in STEM

*Bereik & effectiviteit:* afgewerkt  
*Key STEM aandachtspunt:* Grootorde budget?

## DEPARTEMENT WERK & SOCIALE ECONOMIE

## opmaak intersectorale STEM-strategie

*Bereik & effectiviteit:* Uitgevoerd, impact op sectoren en hun werking moet verder uitvoering krijgen  
*Key STEM aandachtspunt:* Sterke partnerschappen tussen sectoren nodig om dit vorm te geven

## acties VDAB

### Ter beschikking stellen van infrastructuur

### 10 dagen-regeling

*Bereik & effectiviteit:* In 2014 volgden in het kader van deze regeling 4722 leerlingen een opleiding bij VDAB  
*Key STEM aandachtspunt:* Evolueren naar geven van opleidingen door leerkrachten

### Doe-dagen

*Bereik & effectiviteit:* In 2014 hebben 1634 leerlingen van 5de of 6de leerjaar een doemdag gevolgd binnen een centrum van VDAB

### beroepenfilms

*Key STEM aandachtspunt:* De beroepenfilms zullen een STEM-label krijgen

## sectorconvenants 2013-2014 (verlenging 2015)

*Bereik & effectiviteit:* In uitvoering, start opbouw van partnerschap-ronde rond STEM  
*Key STEM aandachtspunt:* Verdere aanpak om engagementen in convenant op te nemen voor sectorconvenants 2016-2017

## Engagementen opgenomen in convenant:

Stimuleren van ondersteuning en aanvullen onderwijskiezer door sectoren  
 Stimuleren van ondersteuning van STEM-acties (en actieplan in het algemeen)

## Opmaak van inventaris acties in sectoren

## DEPARTEMENT ECONOMIE WETENSCHAP & INNOVATIE

## communicatiekanalen

### WIN: Wetenschapsinformatienetwerk

Digitaal platform voor bekendmaking initiatieven van en aan wetenschapscommunicatieactoren, leerkrachten en andere belangstellenden  
 www.wetenschapsinformatienetwerk.be  
 Sociale media: facebookpagina Richting Morgen, Twitter

## versterking maatschappelijk draagvlak

### Dag van de Wetenschap

Kennismaking groot publiek en jongeren met wetenschap en technologie aan universiteiten, hogescholen, kennisinstellingen, bedrijven

## initiatieven voor jongeren in vrije tijd & schoolverband

### Vlaamse Wetenschapsweek: wetenschap in de kijker

### F.T.I vzw/ Technopolis

Doe-centrum Technopolis + outreach + coördinatie STEM-academies

### Expertisecellen wetenschapscommunicatie

Aan de universiteiten en hogescholen:  
 Kinderuniversiteiten, STEM-academies, Technieklubs, workshops, Fab-labs enz.

### 6 Volkssterrenwachten

### Roger Van Overstraeten Society

STEM-academies, educatieve workshops over ICT, micro-electronica, nano-technologie

### Vlaamse Olympiades

Wiskunde, Natuurwetenschappen en Technologie

### Jeugd, Cultuur en Wetenschap vzw

Wetenschappelijke jeugdvereniging: workshops, stem-academies ...

### Natuur en Wetenschap vzw

Wetenschappelijke jeugdvereniging: workshops, stem-academies ...

### Solvay Instituut

Internationale Jongerenconferenties: voordrachten topwetenschappers

### Kekulé-cyclus

wetenschappelijke lezingen voor groot publiek en jongeren

## ondersteuning congressen

### Ondersteuning Congres Leraars Wiskunde

### Ondersteuning Congres Leraars Wetenschappen

## ontwikkeling STEM-didactiek

Via Agentschap IWT: Ontwikkelen van een geïntegreerde STEM-didactiek voor 2de en 3de graad "STEM@School" Prof Wim Dehaene/KUL (2013-2019) . Loopt van 1/6/204 tot 31/5/2018. Subsidies worden verdeeld onder 6 partners: 3 KUL onderzoeksgroepen, 1 onderzoeksgroep van de Universiteit Antwerpen, het Gemeenschapsonderwijs en de VVKSO

## brugprojecten

19 projecten. Op snijvlak ondernemen-STEM en Onderwijs (oa Fablab Junior VUB, Care Full technology - KHBO, Jong technisch Talent VOKA Limburg...)

HOE?





# Conclusies

- Wetenschap en technologie pervasief in alle dimensies van ons bestaan
- We leven niet langer in een ***biotoop***, maar wel in een ***technotoop***
- Daarom is **STEM relevant**, altijd, overal, in alle omstandigheden !
- **STEM als samenhangend geheel: Niet of/of, wel en/en !**
- **Vele** acties in Vlaanderen realiseren een **groot** objectief !



**SELLS**

**!**

**because it is relevant !!**