Science4Climate
Antwerpen, 27 april 2019

Energiegebruik: van Boosdoener tot Redder van het Klimaat

Aviel Verbruggen* & Gerlinde Verbist**
Universiteit Antwerpen

* emeritus: energie & milieueconoom
** onderzoekleider Centrum voor Sociaal Beleid

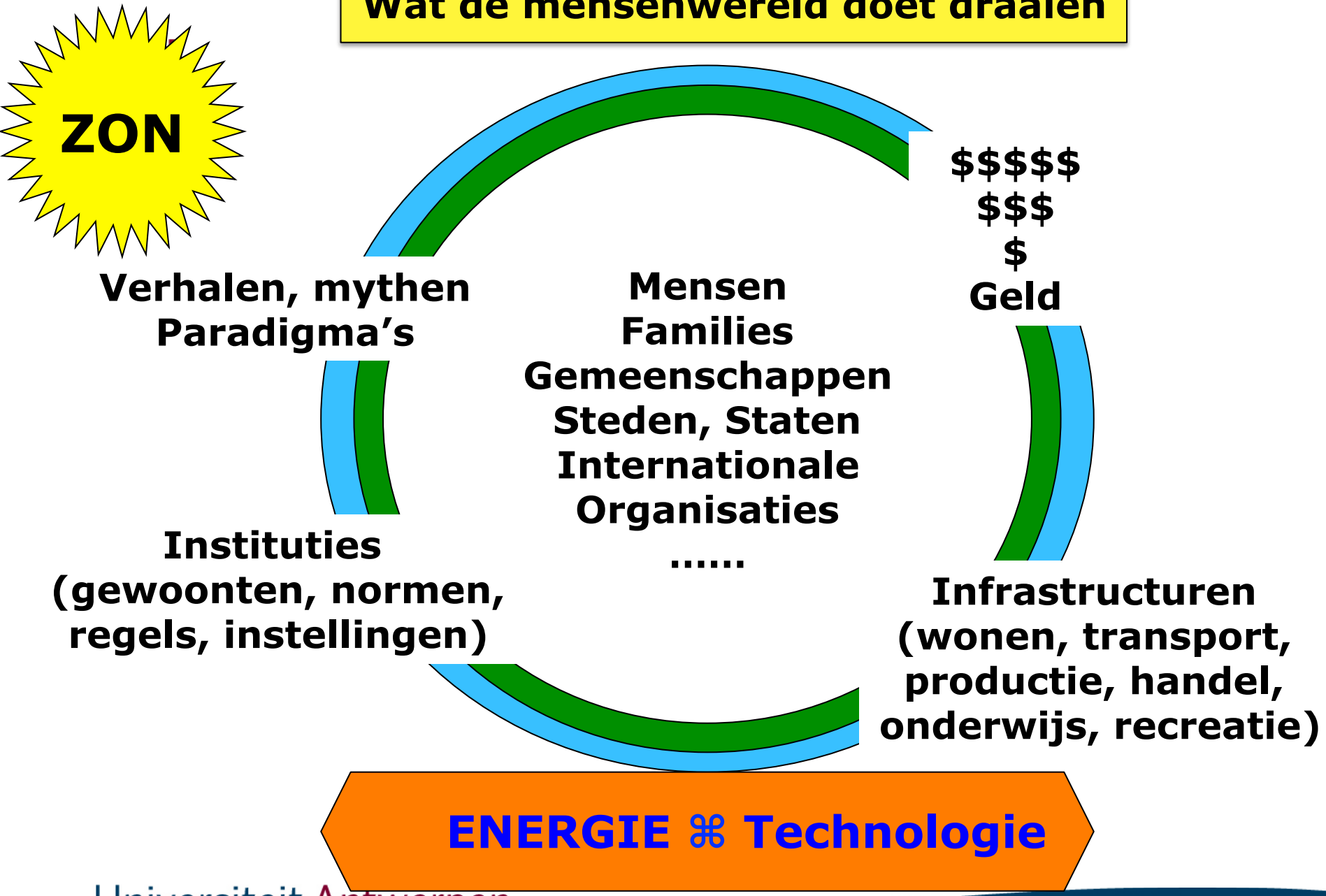
Youth4Climate

NIET	WEL
Valse HOOP	Doordachte PANIEK
Verwarde Wishy-Washy Media poespas	Duidelijkheid: feiten, kennis Kiezen na evaluatie
Loze Beloften Goede Bedoelingen	Zichtbare daden Wetten, regels & budgetten
Gewoon-voortdoen	Radikale Ommekeer
Paralyse: mislukte politiek, technieken, emissiehandel, …	NIEUWE visie, beeldvorming, instituties, taal, politiek
Doel-stellingen: praten, wachten, stoppen	Doel-richtingen: zien, opstaan & doorgaan
Vergaan in een wrede strijd van geld en macht	Duurzaam ontwikkelen in vrede en gelijkheid

Overzicht

- **Wat doet de mensenwereld draaien?**
- **Energie ⌘ Beschaving**
- **Energietransities: meervoudig & conflictvol**
- **Energietransitie = kern van klimaatbeleid**
- **Betaalbaar, doenbaar maar Radicaal, Redelijk, Anders**
- **Bijlage met aandachtspunten**

Wat de mensenwereld doet draaien



20e eeuw nalatenschap: problemen & oplossingen

Bevolking, welvaart groeit ongebreideld, ongelijk, ondoordacht

- Van 2,5 miljard [in 1950] naar 7,7 miljard [in 2019] mensen
- Ongelijke welvaart tussen landen ✜ in rijke en arme landen
- Milieu & Natuur roofbouw: uitputting, vervuiling, vernietiging, …

1987 Duurzame Ontwikkeling (DO): 'Our Common Future'

- Milieu & Ontwikkeling samen aanpakken

1992 Rio de Janeiro wereldtop

- Wereldleiders aanvaarden DO als mondiaal toekomstparadigma
- UNFCCC: gevaarlijke klimaatverandering voorkomen – gedeelde verantwoordelijkheid van alle landen (herhaald in Parijs, 2015)

Fossiele brandstoffen: CO_2 + andere verstoringen

- Continue stijging gebruik steenkolen, aardolie, aardgas
- Geopolitieke conflicten, oorlogen

1953 'Atoms for Peace': atoomtechnologie voor elektriciteit productie

- Beloofde het energieparadijs ⇔ vandaag <2% energiegebruik
- Risico's (accidenten, atoomwapens), eeuwig afval, stijgende kosten

Wetenschap & technologie

- Exponentiële toename en verscheidenheid van technieken
- Surfplank voor globalizering, nieuwe media, hernieuwbare energie, efficiënt gebruik van energie, …

Beschaving ⌘ Energiegebruik

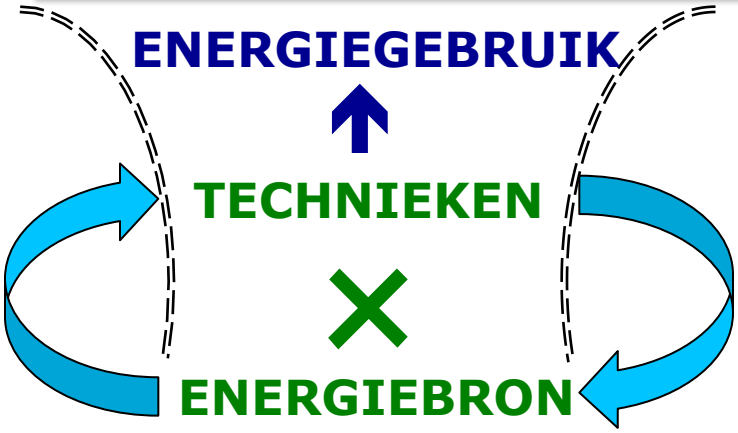
Beschaving

Mensen geketend door

- **Paradigma economische groei**
- **Verhalen (mythen; fake news)**
- **Instituties (normen, instellingen)**
- **Grote en kleine belangen**

Ommekeer mogelijk

⌘ beleid, sociale constructies, opstandige spijbelaars, …



Substraat

Mensen geketend door

- **Infrastructuren**
- **Gewoonten (bv. mobiliteit)**
- **Machtige belangen (olie&gas, elektriciteit, atoomsector)**

Ommekeer mogelijk

⌘ nieuwe kennisontwikkeling

Huidig energiegebruik: emissies, afval, risico's, …

1. Mensen

≈
7.6 miljard (2018)

2. Welvaart

≈ triljoen $US
75.64 (2016)
87.50* (2018)

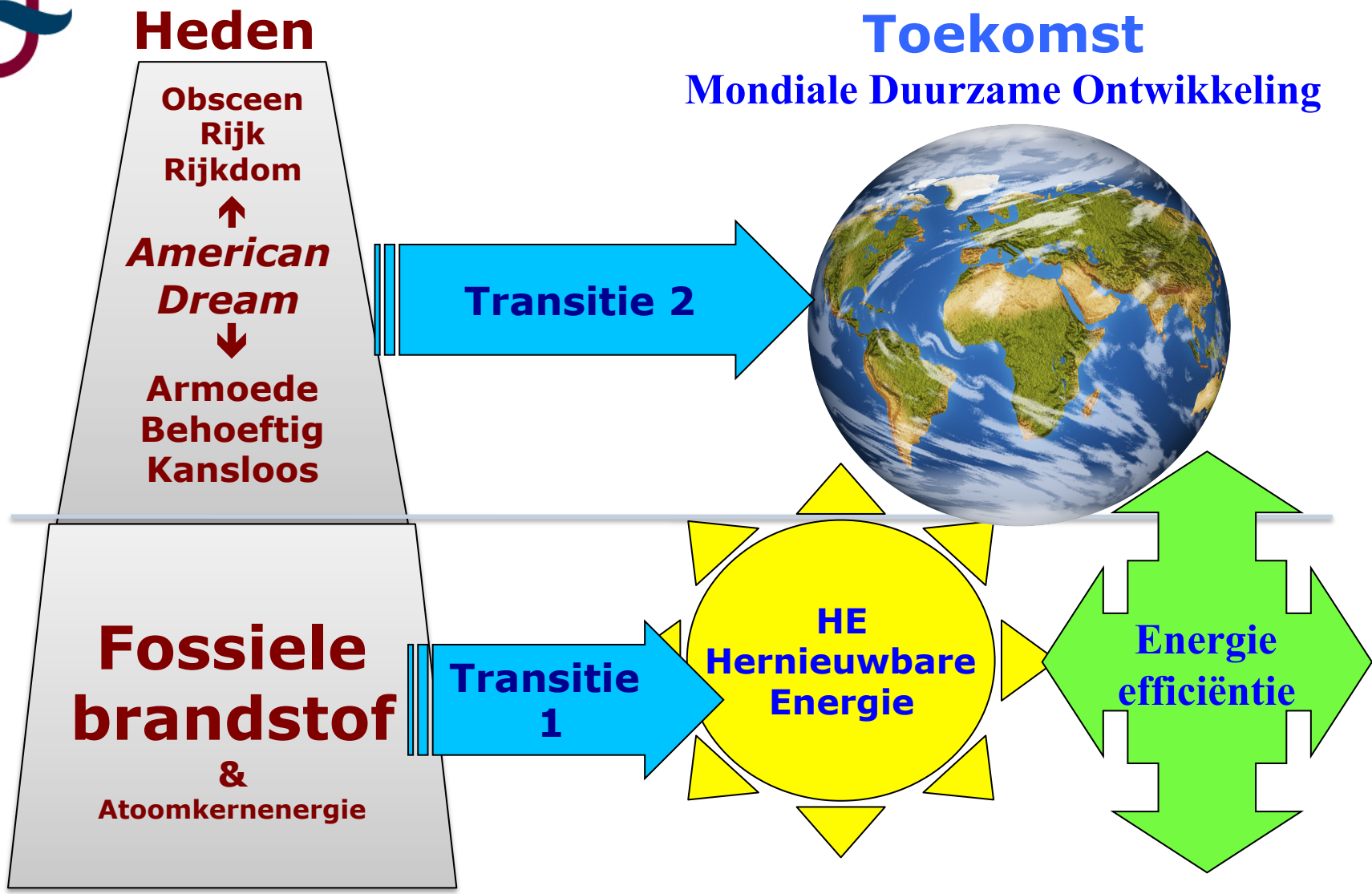
3. Fossiele brandstoffen
≈ 11.5 miljard toe (2017)
steenkolen, aardolie, aardgas

Gasvormig zwerfvuil
≈ 36 miljard ton CO_2 (2016)
+ SO_2, NO, NO_2, PICs, PACs
+ stof (PM2,5; PM10), etc.

4. Nucleaire stroom
< 2% v/h finaal energiegebruik

Eeuwig afval probleem
Accidenten-Catastrofes
Spreiding atoomwapens

Energie ⌘ Beschaving in transitie



Kromme combinaties zijn tot mislukken gedoemd

Duurzame Ontwikkeling

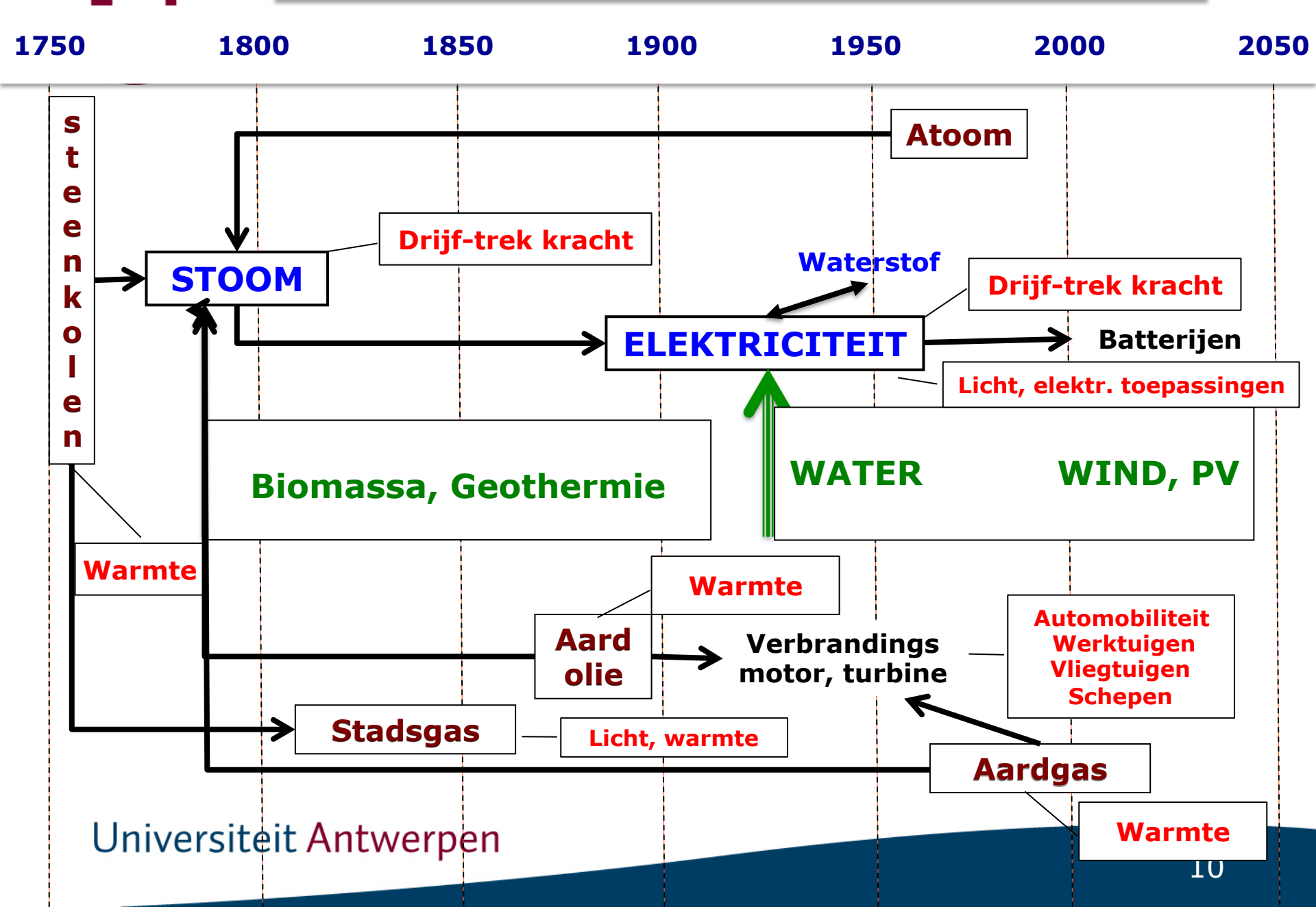
Obsceen
Rijk
Rijkdom
↑
American Dream
↓
Armoede
Behoeftig
Kansloos

Fossiele brandstof
&
Atoomkernenergie

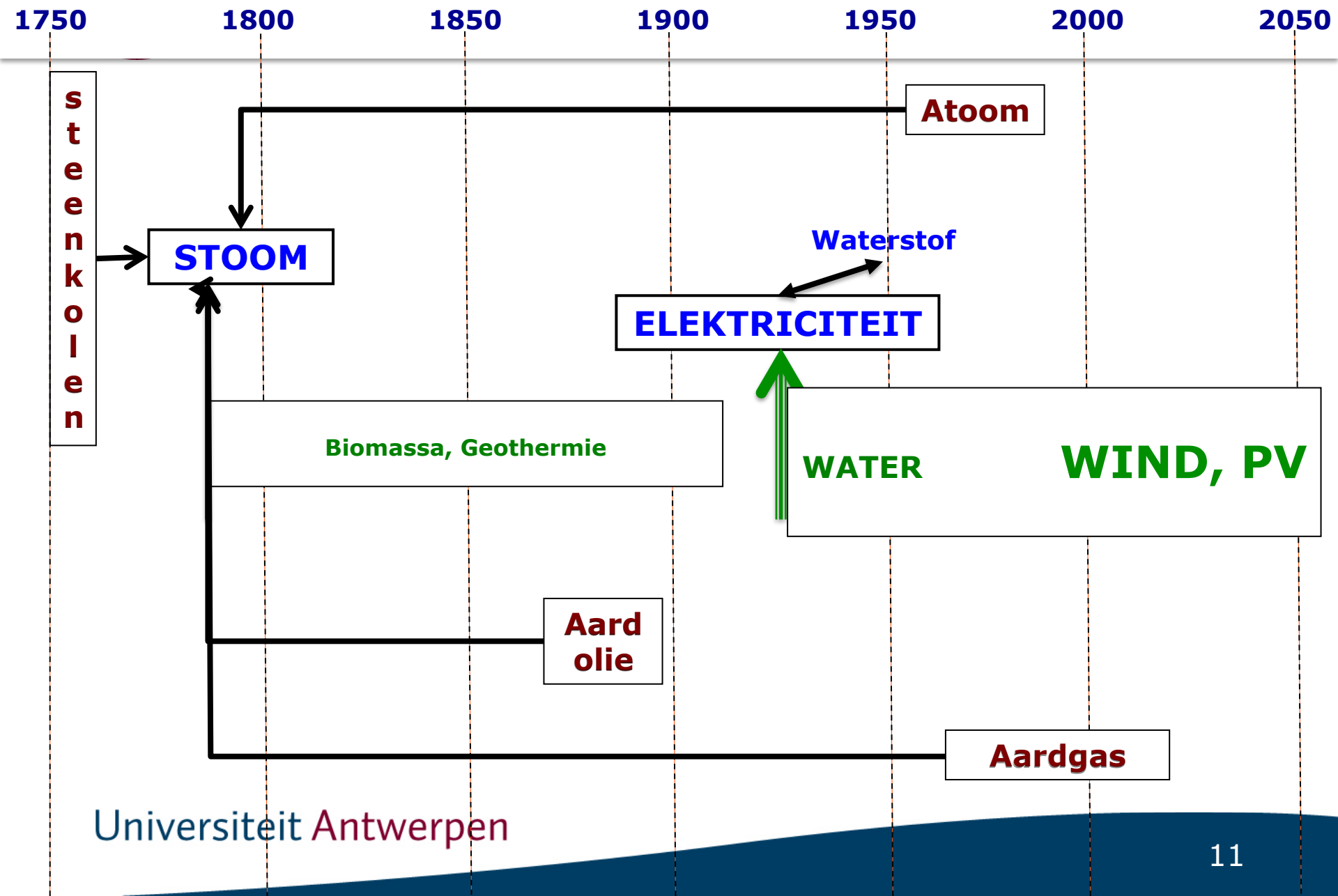
HE
Hernieuwbare Energie

Energie efficiëntie

Energietransities sinds het jaar 1750



Energietransitie vandaag: van stoom naar direct oogsten van hernieuwbare stromen



Energiesysteem transities – omwentelingen

Van alle tijden, spontaan, *gewild*

- **Vooruitgang door temmen van vuur, dieren; gebruik werktuigen**
- **Verweven met techniek van hefboom, wiel, zeil, … tot electronica, ICT, nieuwe materialen, biotechnologie, …**
- **Revolutioneert samenlevingen**
  - **18e – 20ste eeuw: stoom, elektriciteit, verbrandingsmotor**
  - **21ste eeuw: hernieuwbare energie direct geplukt uit de omgeving**

NU: *gedwongen transities* door klimaatverandering, milieu en natuur degradatie, stijgende risico's

ToDo lijst:

(1) Elektriciteit (+waterstof) als belangrijkste energiedragers

(2) Alles op hernieuwbare energie

+ Energie efficiëntie rationeel verbeteren

(3) Fossiele brandstoffen in de grond houden

(4) Atoomkernenergie uitdoven

(1) Elektriciteit als belangrijkste energiedrager

Elektriciteit is een stroom

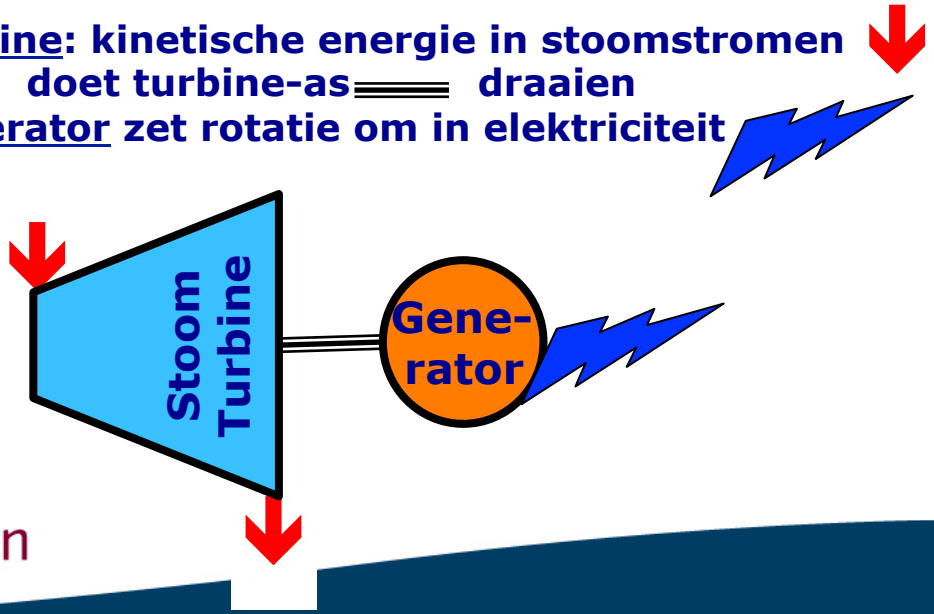
- Niet aanwezig in de natuur (tenzij bliksems)
- Bekomen door omzetting van andere energiestromen
- Niet-stockeerbaar

Stoomtijdperk (18de – 20ste eeuw)

- Geothermie stoom op sommige plaatsen (bv.Ijsland), lage druk, vervuild, …
- Stoom uit fossiele (bio) brandstoffen, en atoomkern splitsing

HART van stoom elektriciteitcentrale:

StoomTurbine: kinetische energie in stoomstromen doet turbine-as draaien
Generator zet rotatie om in elektriciteit



Stoom voor elektriciteitsopwekking

Bron kwabben + Stort kwabben

KWESTIES

lange & dure wegen voor het bekomen van energie & stoom stromen naar turbines

Essentiële bronnen:

1. **Brandstoffen**
2. **Water**

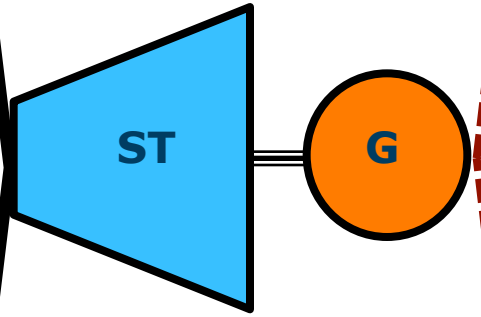
Brandstofcycli onderdelen:

- **Exploratie bronnen**
- **Bouw mijnen, boorplatforms**
- **Exploitatie ervan**
- **Transport & opslag**
- **Zuivering, conversie , opschaling, bereiding**

Water onderdelen:

- **Win zuiver water**
- **Demineraliseer**
- **Druk tot > 200 bar**
- **Condensaat stroom**

HART Stoomcentrale
Turbine --- Generator



Langdurige & dure processen om de residus te beheren

Belangrijke residus:

1. **Uitlaatgassen**
2. **Vaste afvalstoffen**
3. **Straling**
4. **Koelwater**

Uitlaatgassen:

- **Fijn stof PM10; PM2,5**
- **Koolstof, zwavel, stikstof oxides – CO2, SO2, NOx**
- **Onvolledige verbranding: CO, koolwaterstoffen**

Vaste afvalstoffen:

- **Assen, gips, stof**
- **Nucleair afval van diverse categorie**

Koelwater:

- **Groot debiet**
- **Verdamping**

Stoom voor elektriciteitsopwekking
Bron kwabben + Stort kwabben
INSTALLATIES

Van brandstof tot stoom

Steenkolen

- Mijnen: delf machines
- Wassen, sorteren, opslag
- Transport: banden, treinen, schepen, havens,
- Breken, malen, poederkool
- Branders, ventilatoren
- Voedingwater pompen
- Ketels, economizers, ..
- Stoomleidingen, injectie

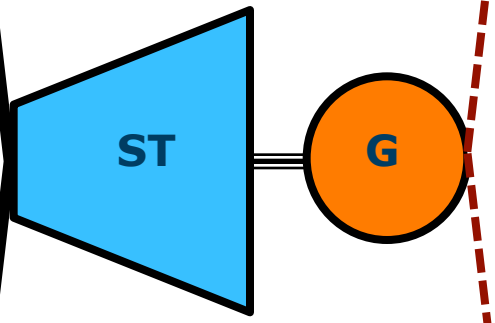
Aardgas

- Bronnen: winnen, zuiveren
- Compressie, vloeibaar maken
- Transport: pijplijn, LNG shepen
- Lucht opvang, filter, compressie
- Gas turbine + stoom turbine
- Warmte recup in stoomketel

Nucleair

- Uranium mijnen/yellowcake
- Centrifuge/gasdiffusie
- Branstofbundels fabricage
- Reactoren & omhulsels
- Voedingwater pompen
- Stoom generatoren

HART Stoomcentrale
Turbine --- Generator



Afval opvang & behandeling

Steenkolen

Rookgaszuivering

- Electrostatische stofvangers, filters, zwavel wasstraten
- Koolstof Opvang & Opslag
- Schouwen
- Assen, stof, gips verwerking

Aardgas

Rookgaszuivering

- Katalytische NOx reductie
- Koolstof Opvang & Opslag

Nucleair

Afbraak nucleaire installaties
Brandstofelementen opslagbassins
Opwerking, eeuwige opslag
Decontaminatie besmette sites, inclusief accidentele impacts

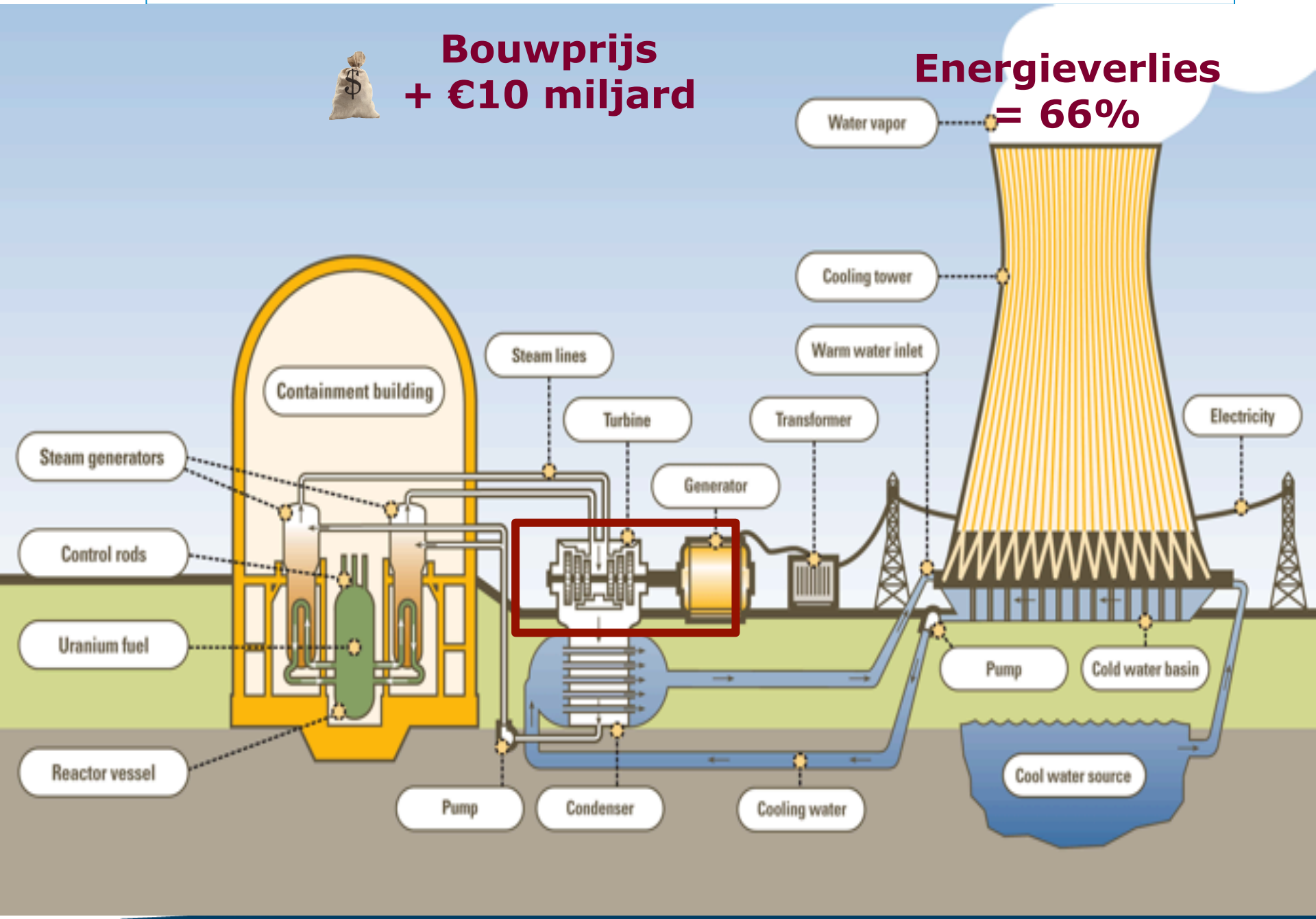
Afvoer afvalwarmte:

- condensers, pompen,
- koeltorens, opvang water in rivier, zee, meren

© Aviel Verbruggen

Illustratie van enkele bronkwab installaties bij kolencentrales

Atoomkernenergie centrale (Walt Disney versie)



Illustratie stortkwab atoomkernenergie Fukushima Daiichi verwoest (foto)

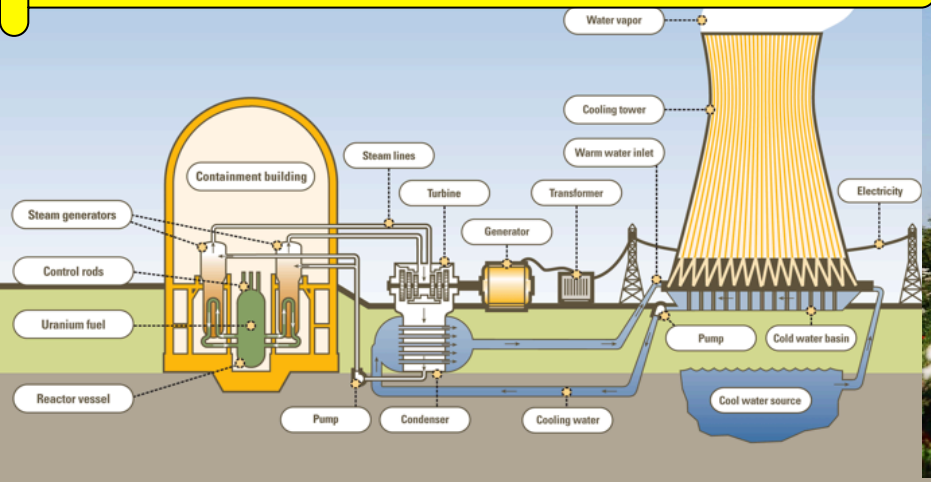
Energie-industriële revoluties

18de – 20ste eeuw ⇔ 3rde millennium

Stoom naar Kracht ⇔ Oogsten van elektriciteit

Van omslachtige technieken op dichte bronnen

Naar direct oogsten van diffuse, variabele stromen



Oogsten van omgevingsenergie zonder bron en stort kwabben

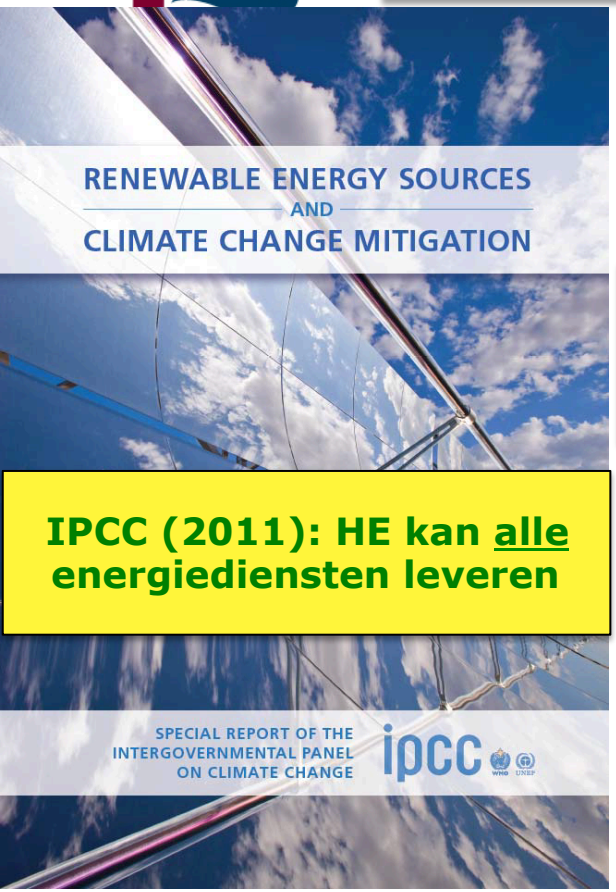
wind

wind

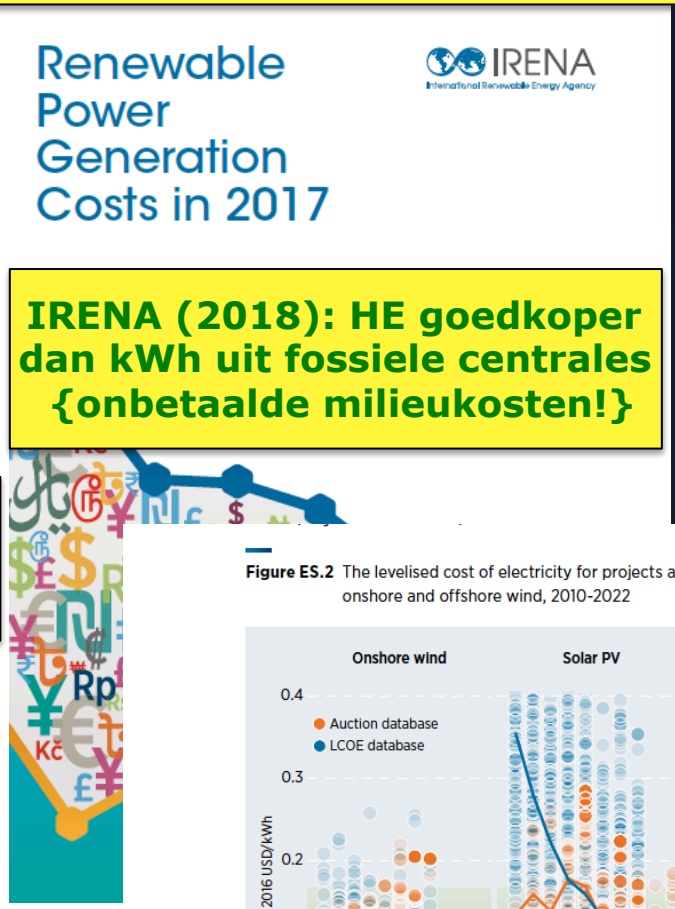
https://www.energy.gov/eere/wind/animation-how-wind-turbine-works

licht

(2) Alles op Hernieuwbare Energie (HE): Technisch & Economisch mogelijk?



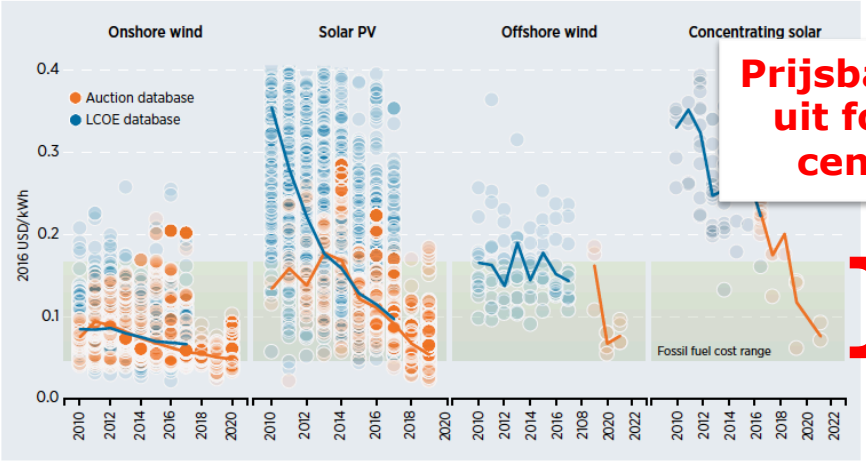
IPCC (2011): HE kan alle energiediensten leveren



IRENA (2018): HE goedkoper dan kWh uit fossiele centrales {onbetaalde milieukosten!}

IRENA (2019): Talrijke HE innovaties blijven komen

Figure ES.2 The levelised cost of electricity for projects and global weighted average values for CSP, solar PV, onshore and offshore wind, 2010-2022



Prijsband kWh uit fossiele centrales

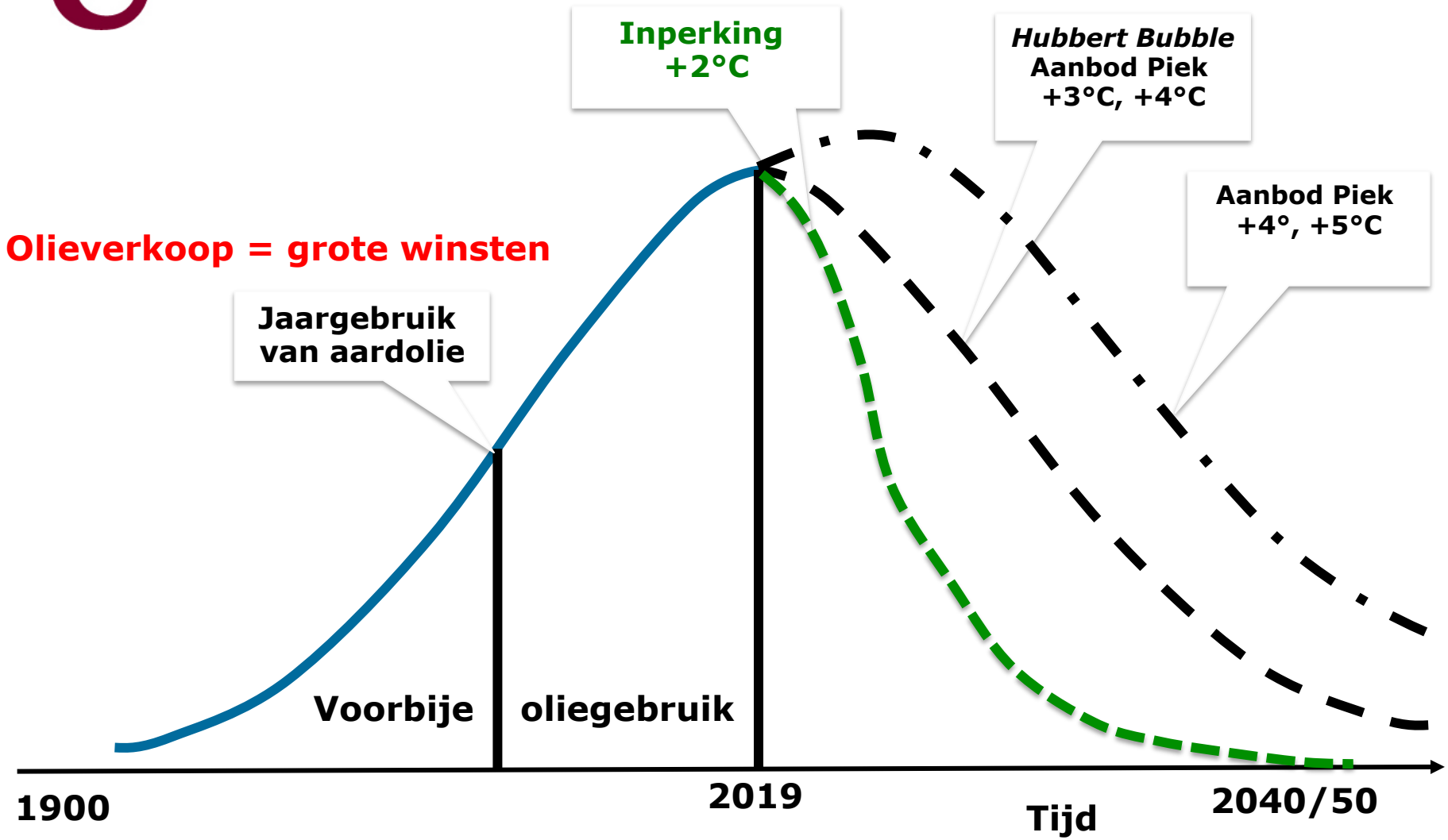
Source: IRENA Renewable Cost Database and Auctions Database.

Note: Each circle represents an individual project or an auction result where there was a single clearing price at auction. The centre of the circle is the value for the cost of each project on the Y axis. The thick lines are the global weighted average LCOE, or auction values, by year. For the LCOE data, the real WACC is 7.5% for OECD countries and China, and 10% for the rest of the world. The band represents the fossil fuel-fired power generation cost range.

HE mechanisme:

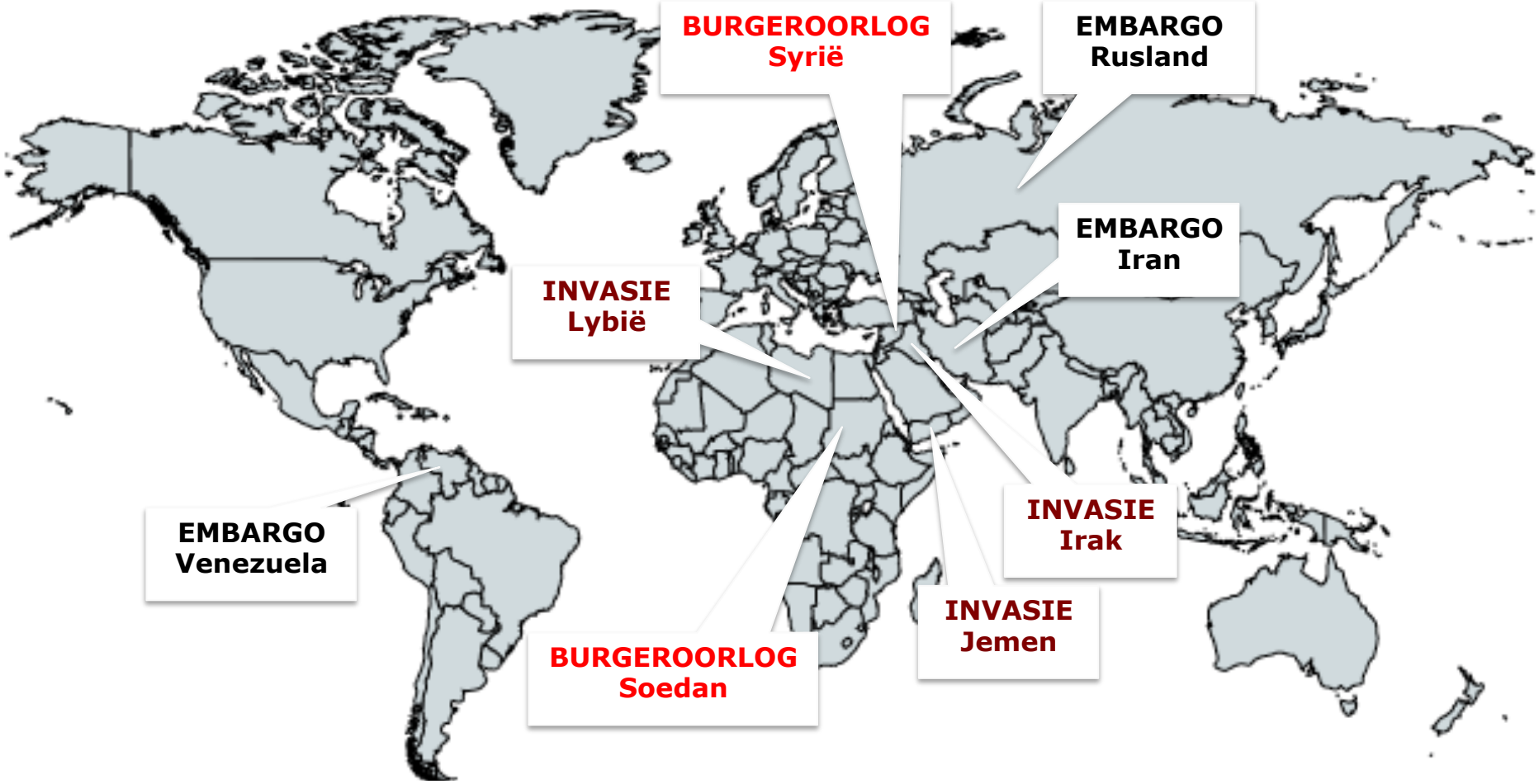
Druppels vormen Stromen

(3) Inperking oliegebruik ⇔ Uitputting oliebronnen
⌘ mondiale opwarming +2°C, +3°C, +4°C, +5°C, …



Inperking oliegebruik = geopolitieke conflicten

Embargo's – Invasies - Burgeroorlogen



VSA, Olie&Gas multinationals, Golfstaten willen leeuwendeel olieverkoop

(4) Atoomkernenergie: een dood paard

Atoomkernenergie: WereldOorlog-II fetisj

- **Heraut van energie obesitas sinds 1950s**
- ***1950-2000: ALLE*** **middelen voor ontwikkeling & experimenten**
- **'Resultaat/Inspanning' is negatief**
  - **Hoge kosten en enorme risico's GEN-III+ reactoren**
  - **Technologisch mislukt GEN-IV kweek-, hoge temperatuur-, kleine modulaire reactoren**

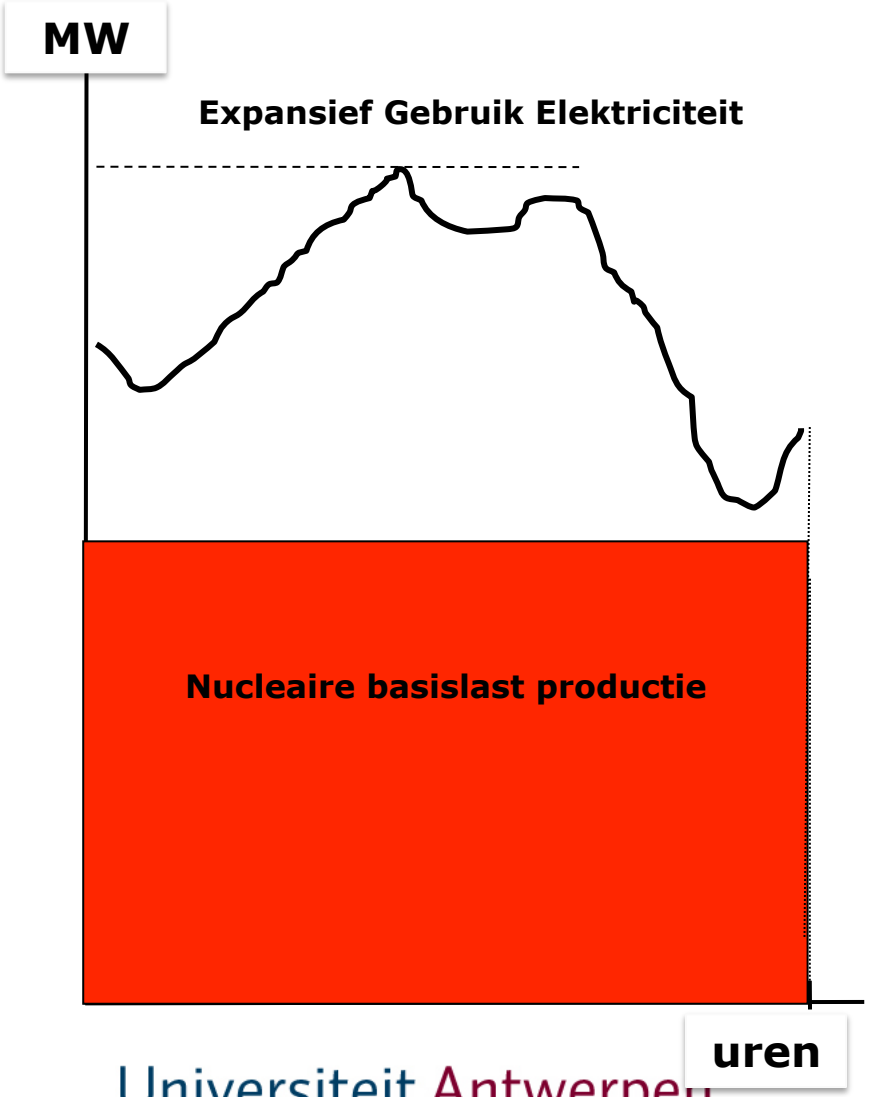
Blijvende problemen:

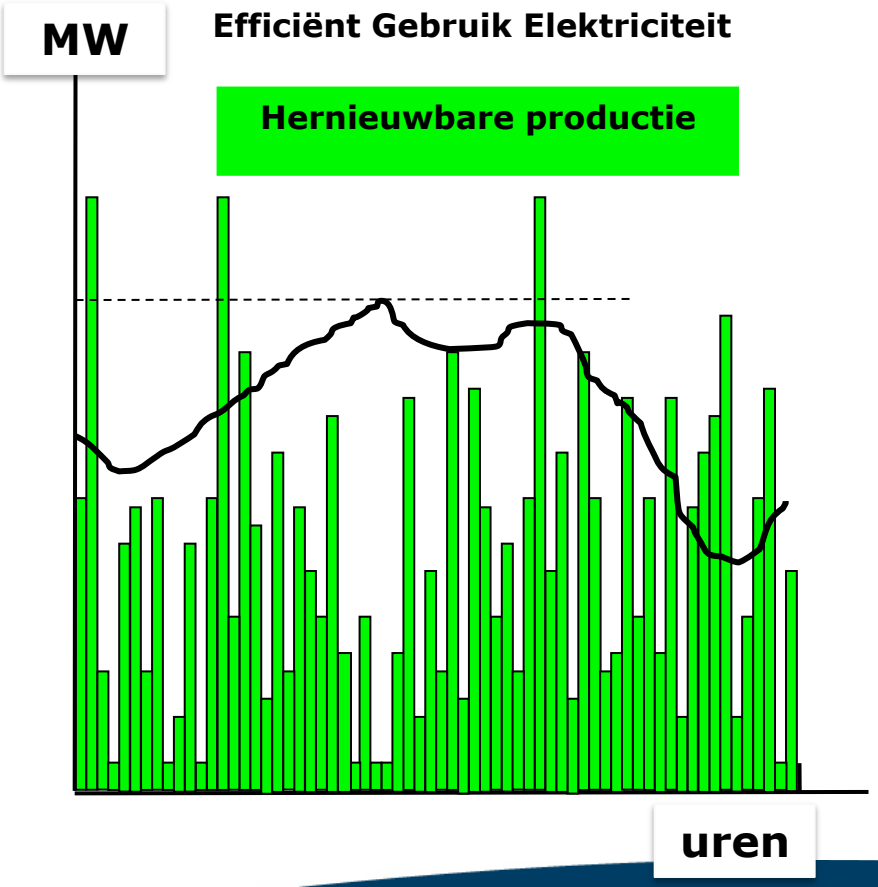
- **Fake '*Atoomrisico's verwaarloosbaar; mensen, wees rationeel: aanvaard de risico's*' ⇔ mondiale verzekeraars weigeren premies**
- **Mastodont centrales (1700 MW), veel eenheden op één plek, serie productie, anders te duur (International Energy Agency)**
- **Atoomafval voor eeuwig, alle toekomstige generaties**
- **GEN-V fusie = illusie**

Tegengesteld aan Duurzame Ontwikkeling

Atoomstroom niet verenigbaar met wind- en zonnestroom

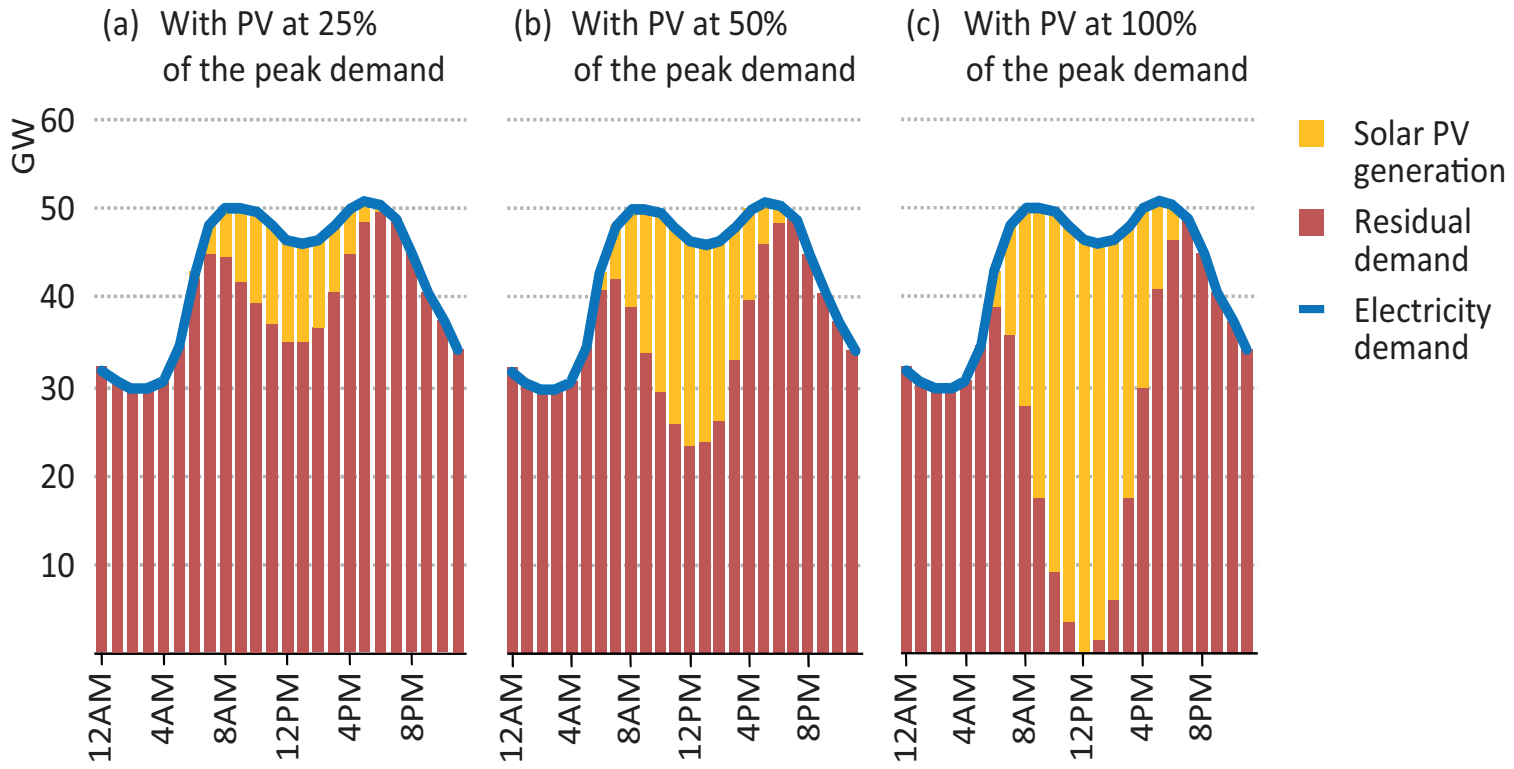
Atoom ⇔ Hernieuwbare Elektriciteit
Andere vraag & 'brandstofmix'





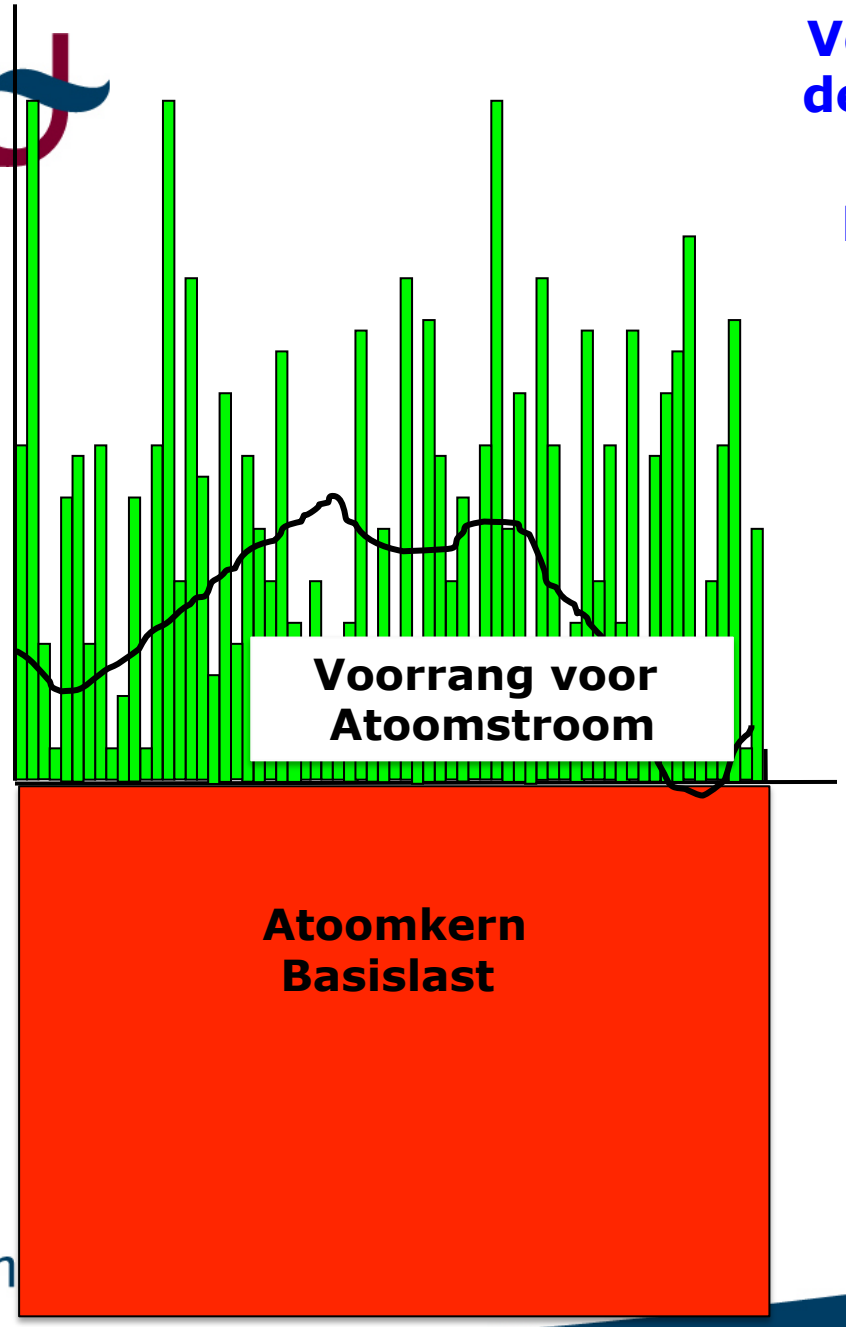
Zonnestroom @25%, 50%, 100% capaciteit slaat een productiekloof [bron: IEA Outlook 2013]

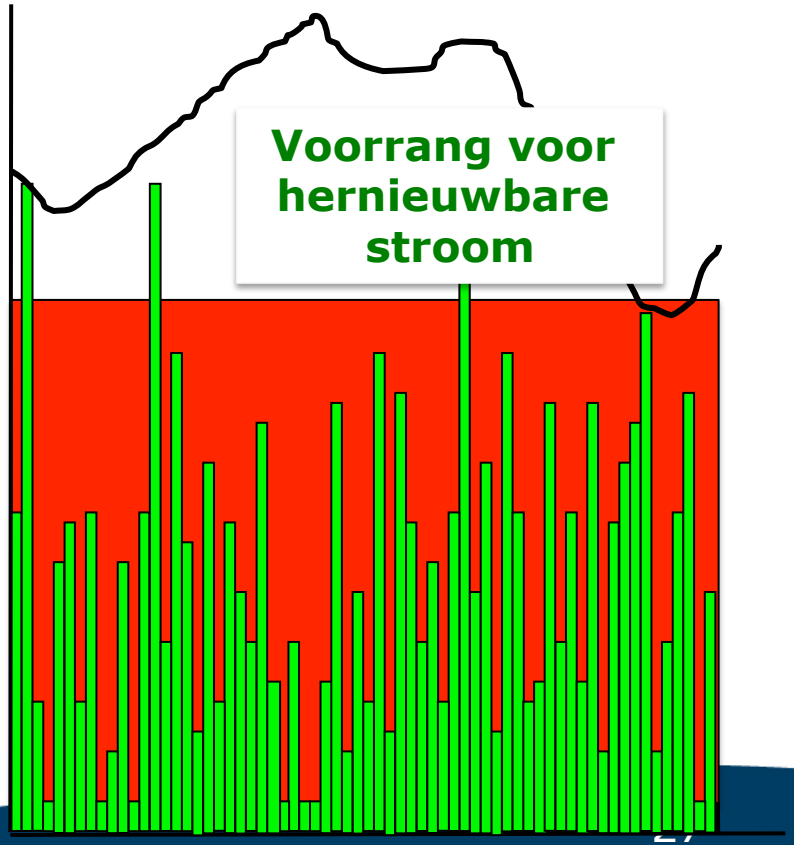
Figure 6.8 ▷ Indicative hourly electricity demand and residual electricity demand with expanding deployment of solar PV



Voorrang voor één, ruineert de rendabiliteit van de ander

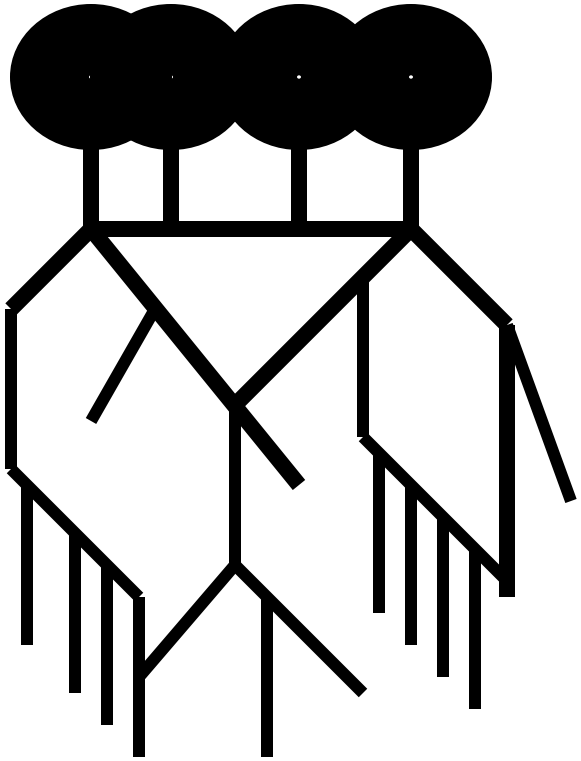
Kiezen tussen de twee, is noodzakelijk



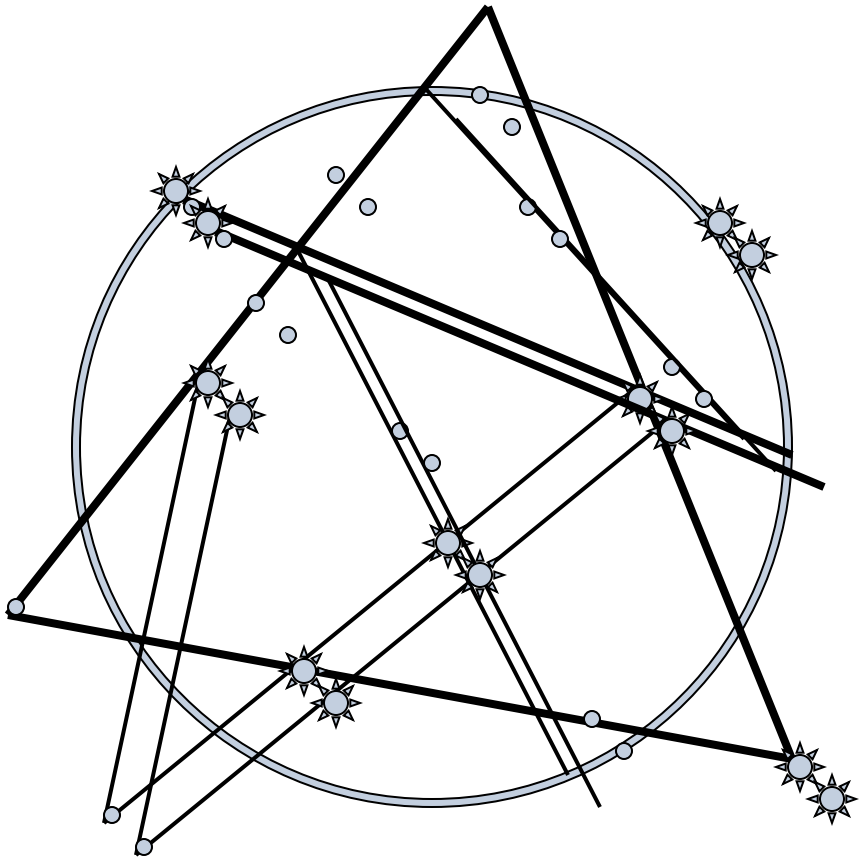


Atoom ⇔ Hernieuwbare Elektriciteit
Verschillende elektrische netwerken

Atoom
Piramidaal
(oude netten)



Hernieuwbaar
Multilateraal
(slimme netten)



Energietransitie = kern van klimaatbeleid

Energiegebruik

- **Motor van de mensensamenleving**
  - **Hoofdschuldige van de jaarlijkse Gigaton CO_2 emissies**
    - **Radikale transitie van stoomtijdperk naar 100% HE oogsten:**

nodig ✤ mogelijk ✤ wenselijk

Energietransitie gestart - NIET TE STOPPEN

Belangrijk zijn TEMPO ✤ CONTROLE

Vertragen	Versnellen
Behoudsgezinde belangen, zoals: - Energieindustrie (fossiele brandstof, atoomenergie, stoomelektriciteit) - Energieintensieve industrie (chemie, cement, transport, lucht- zeevaart)	Youth4Climate Scientists4Climate HE industrie & aanverwante Miljoenen mensen in het Noorden Miljarden mensen in het Zuiden
willen	willen
Neoliberale rijkdom accumulatie & GROOTschalige HE door multinationale corporaties	Mondiale Duurzame Ontwikkeling & KLEINschalige HE door lokale bedrijven, cooperaties, huishoudens

Alle mensen leven op dezelfde planeet.
Duurzame Ontwikkeling is best voor iedereen.
Grootschalige HE moet Kleinschalige HE aanvullen, niet verdringen!

Is de energietransitie betaalbaar?

Uitstoot van CO_2 (% van totaal)

- **Energiesector zelf = 25% à 40%**
- **Kwabben van stoomelektriciteit = 15% à 20%**
- **DUS: HE schrapt 40% à 60% van de CO_2 uitstoot**
- **MAAR: veel economische activiteiten verdwijnen**

Hernieuwbare elektriciteit

- **Wind en PV technieken blijven verbeteren**
- **Kostprijzen blijven dalen**
- **Investeren in beheer elektriciteitsgebruik, multilaterale netwerken, opslag (batterijen, waterstof), digitale sturing**

WIE bezit en beheert de energietoekomst?

- **Energiegiganten: grootschaligheid en centrale sturing**
- **Publieke bedrijven, cooperatieven, lokale ondernemers, huishoudens, … : energie op mensenmaat**
- **Cruciale rol van overheden, regulatoren, juristen, …**

Redelijk • Radicaal • Anders
Denken + Spreken + Handelen

- **Radicaal**
  = herover Duurzame Ontwikkeling in volheid van betekenis (1987)
  + gestemd door alle wereldleiders in Rio (1992)
  ⇔ ontkracht, misbruikt als dekmantel voor gewoon-voortdoen

- **Redelijk**
  = verbouw de energiewereld (duwend) ⌘ de samenleving (trekkend)
  + efficiëntie & hernieuwbare energie volstaan ⇔ atoomenergie, CCS
  !! 'nieuwe klimaatmens' is een gevaarlijke utopie

- **Anders, diametraal t.a.v. wat nu domineert**
  + Denken: Realiteit bedreigde ecosytemen: biodiversiteit, klimaat, e.a.
  ⇔ *Realisme van gevestigde belangen*
  !! 'Het denken dat de problemen veroorzaakte is ongeschikt voor de oplossing ervan' (Einstein)
  + Spreken: Gasvormig zwerfvuil is illegaal ⇔ *'Huidige generatie brengt offers als ze CO_2 emissies vermindert'*
  + Handelen: het gemene, publieke goed >>> privé geldbelangen
  - **paradigma Duurzame Ontwikkeling als baken en toetskader**
  - **feiten en wetenschap ⇔ verzinsels, leugens, bedrog**
  - **bevraag kritisch technologie, instituties, politici, media, … die de miskleunen van de 20ste eeuw koesteren**

Voorbeeld VISIE verwoording in Europees energie & klimaatbeleid

3 doelen AFWEGING

Betaalbaar
(herleid tot Competitief)

Zekerheid
(verward geformuleerd)

Duurzaam
(herleid tot laag-koolstof)

Feitelijke CASCADE

1. DUURZAAM
= hernieuwbare energiestromen
= natuur beslist waar & wanneer bronnen beschikbaar zijn (wind, zon, water)

2. ZEKER
= voldoende energie voor Duurzame Ontw.
≠ alle energiegrillen onmiddellijk voldaan
[zekerheid ≠ betrouwbaarheid ≠ obesitas]

3. BETAALBAAR
door technologische innovaties
Hernieuwbare Elektriciteit Capaciteit overschot
(vooral PV zonnepanelen)

Ommekeer doenbaar?

Mensen (zoals wij) zijn van nature

- **Goed-gelovig (gebakken lucht, fake news, is van alle tijden)**
- **Gemoed-rustig ⇔ Alert**
- **Gemak-zuchtig ⇔ Aktief**
- **MAAR: Onweerstaanbaar in verzet als het tij keert**
- **NODIG: Samenwerken, sociale dilemma's overwinnen**

Kritische analyse …

- **Huidige politiek is zwak ⌘ CO_2 emissies ↗**
- **Nefaste invloed van economisch-financiële belangen**
- **Mensen blijven mensen: reken niet op de 'nieuwe (klimaat)mens'**
- **Paradigma, instituties, politiek, samenleven, … omkeren**

… is niet cynisch, maar hoopgevend

- **Bevrijdende energietransitie: HE ontwikkelt exponentieel**
- **Emancipatie van onderdrukten betekent Duurzame Ontwikkeling**
- **Absolute ommekeer, zoals de wissel *Arend* ➔ *Kruis (Rome, 313)***

Bijlage 1: Bevindingen om mee te nemen

1. *"Verbind het verleden met de toekomst om richting te geven aan het heden. Het nieuwe wordt alleen maar voelbaar in het stukbreken van het oude"* (Wim Vandenkeybus & Ultima Vez in TrapTown, De Singel, februari 2019).
2. Energiegebruik (energiebron X techniek) is substraat en drijfkracht van beschaving.
3. Klimaatboosdoeners: stoomtijdperk (1750-2010) op fossiele brandstoffen.
4. Klimaatredders: hernieuwbare energiestromen (zonlicht, wind, water) met technieken en regels gericht op mondiale duurzame ontwikkeling.
5. Decennium 2010-2020: de redders worden ook financieel structureel voordeligst.
6. Ultieme omwentelingen breken open, met angst (reusachtige bedrijven gaan ten onder, jobverlies in de stoomkwabben sectoren, conflicten, oorlogen), onvermijdelijk voor de nodige ruimte voor mens & klimaat.
7. Atoomkernenergie is een dood paard, ook de GEN4 en GEN5 illusies.
8. Halfslachtige aanpak maakt de ommekeer langer, pijnlijker, bloediger.
9. Nodig is: Redelijk•Radicaal•Anders Denken + Spreken + Handelen, diametraal tegen het dominerende paradigma, mythes en vervalsingen.
10. Klimaatspijbelaars, Extinction Rebellion, Hambacher Woud bezetters, Wij Stoppen Steenkool (Nl), … breken de verlamming, zetten aan tot ommekeer.

Bijlage 2: Ontwerp Handvest voor een toekomstgericht klimaatbeleid

De visie van een beweging is de baken waarop ze haar ontwikkeling afstemt. De visie moet omvattend en beknopt zijn: een vijftal punten is genoeg. Hier een ontwerp:

1. **Natuurwetten staan boven mensengedoe.**
   - de mens respecteert andere leefvormen in de diverse natuurhabitat
   - activiteiten van mensen passen binnen de middelen verstrekt door de natuur
2. **Hernieuwbare energie is het substraat van duurzame ontwikkeling.**
   - essentieel voor klimaatstabiliteit en duurzame samenlevingen
   - sinds 2015 technologisch-economisch-geopolitiek superieur
3. **Overdreven rijkdom vernietigt de toekomst van miljarden mensen.**
   - rijk leven is een recht van allen, dus onmogelijk zonder matiging
   - economische ontwikkeling en investeringen richten op bestrijden van obscene rijkdom en op verhelpen van beschamende armoede
4. **Bewapening, oorlog bedreigen geluk en leven van miljarden mensen.**
   - militaire machtsopbouw schept onderdrukking, conflicten en oorlogen
   - slagkracht, werkdomein en bevoegdheid van de Verenigde Naties vergroten
5. **Ethische politiek vrijwaart het gemeenschapsbelang.**
   - vindt evenwicht tussen individuele en publieke rechten en plichten
   - plaatst financieel-economische machten onder democratisch beleid