



Stella Maris Merksem
25 april 2017

Energie ⌘ Klimaat Uitdagingen & Aanpak

Aviel Verbruggen
Emeritus gewoon hoogleraar UAntwerpen
www.avielverbruggen.be



Structuur lezing

Deel 1: fysisch kader

Deel 2: gemene goederen

Deel 3: schadelijke atoomillusie



Deel 1: fysisch kader

Energie universeel / voor mensen

⌘ Natuur

⊕ Klimaatverandering

X Energiesysteem Transitie



Energie universeel

Axiomas, hoofdwetten thermodynamica

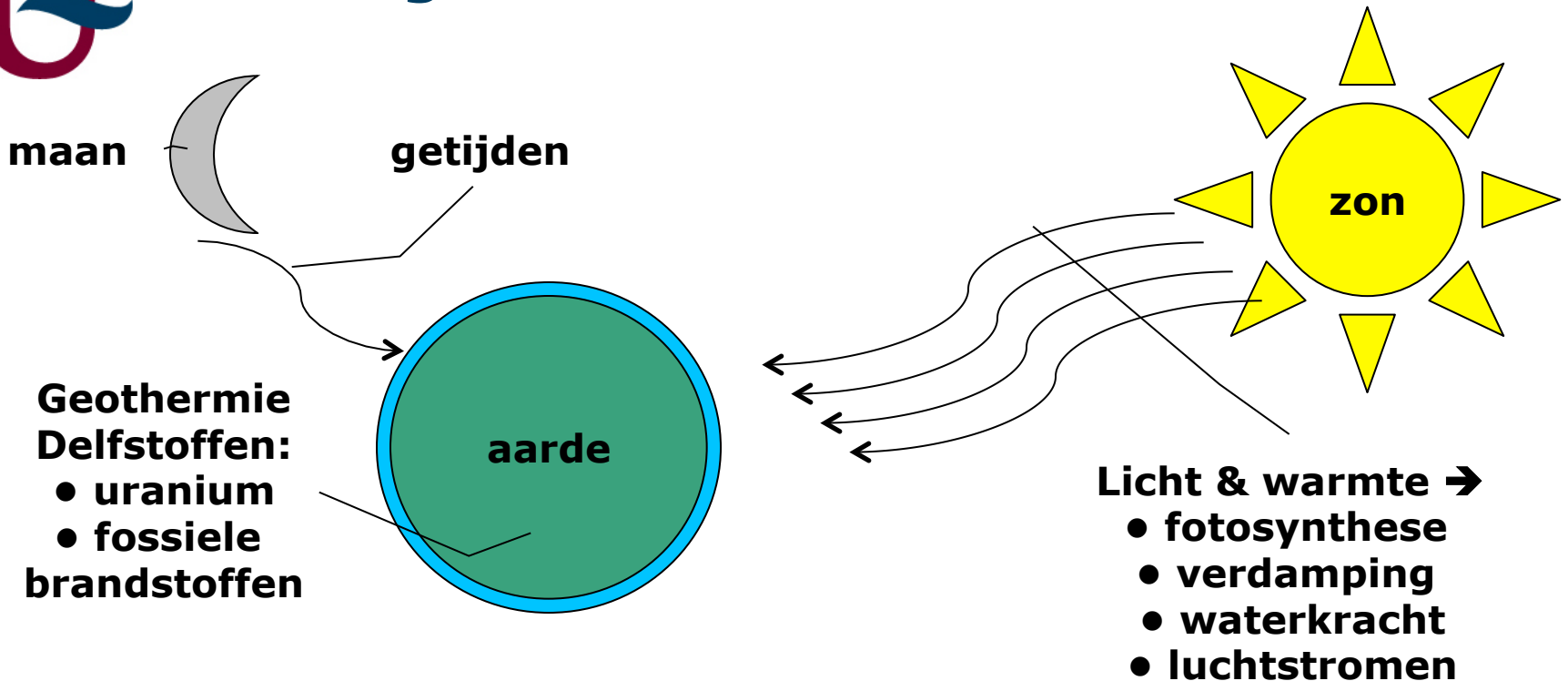
- **Energie is overal $\oplus$ alles bevat energie**
- **Energie van een geheel = Σ energie van de delen**
- **Universele hoeveelheid energie/massa is constant
(1^{ste} hoofdwet: behoud van energie/massa)**
- **Kwaliteit van energie daalt bij gebruik
(2^{de} hoofdwet: altijd stijgende entropie)**

Eén energie $\Leftrightarrow$ veel gedaanten

- **Energie kreeg duizenden namen $\oplus$ eenheden
Internationale Standaard: Joule; Wattuur= $J/s \cdot 3600s$**
- **Energie stroomt en straalt overal $\Leftrightarrow$ overdracht via
arbeid (geordend) / via warmte (chaotisch)**



Energie voor mensen



De zon is de energieleverancier

- **Stromen (licht, warmte, wind, water)**
- **Stocks KT (bioenergie, dam-hydro)
LT (steenkolen, aardolie, aardgas)**



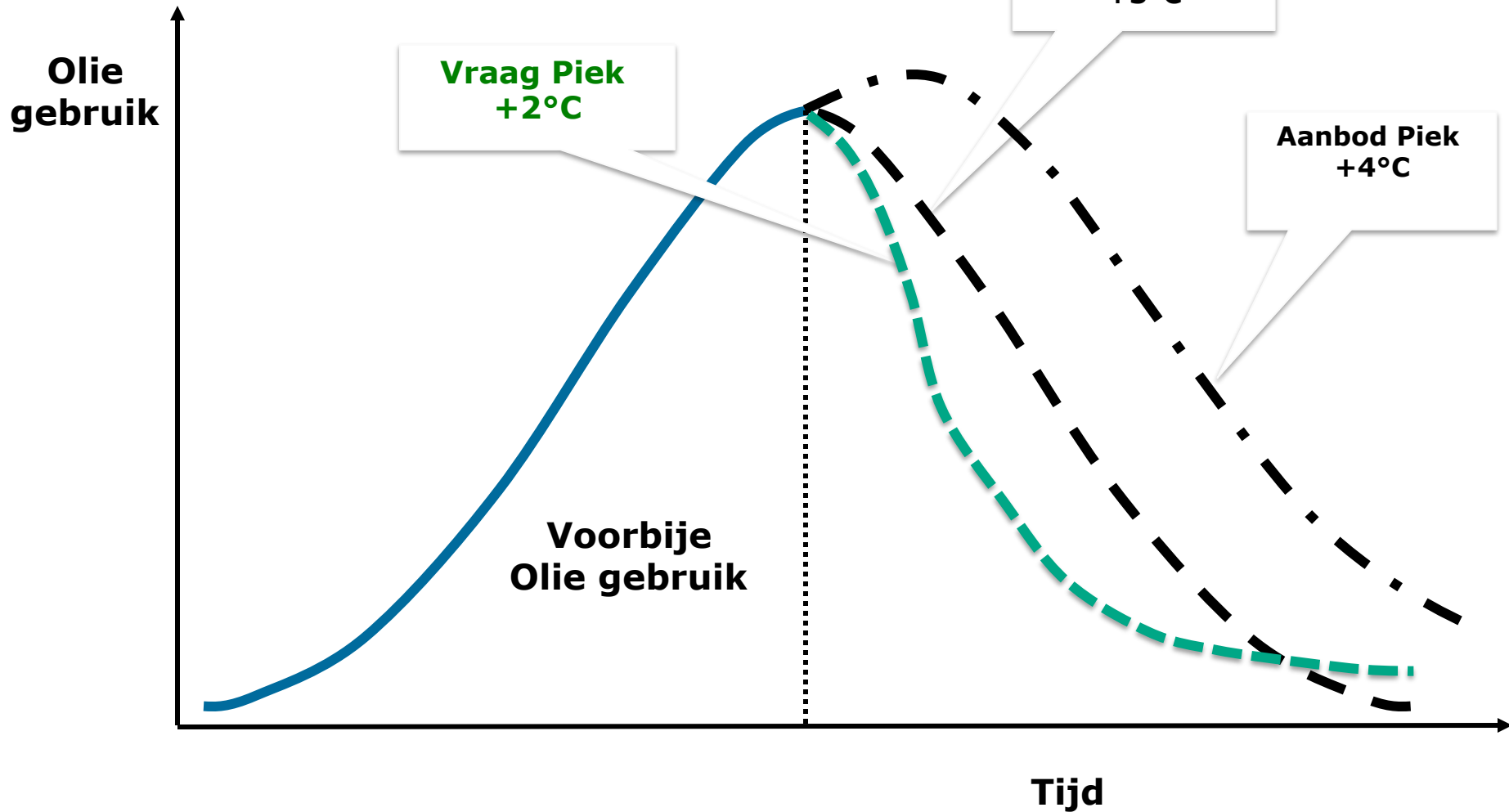
Mens-activiteiten & Omgeving-Natuur

[energie-massa stromen]



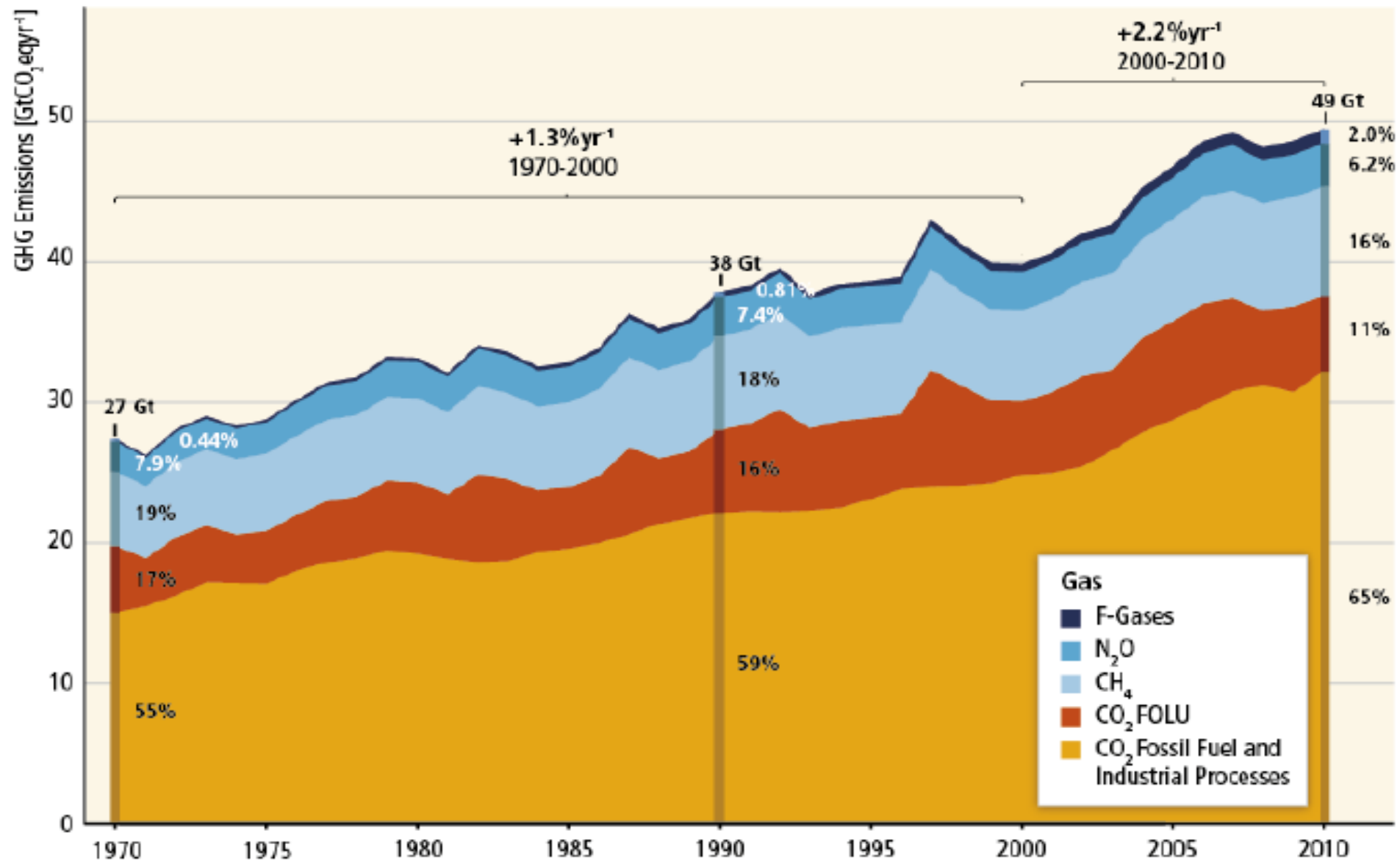


Bronnen uitgeput? Piekolie, plafond op oliegebruik ⌘ Mondiale opwarming +2°C, +3°C, +4°C, ...



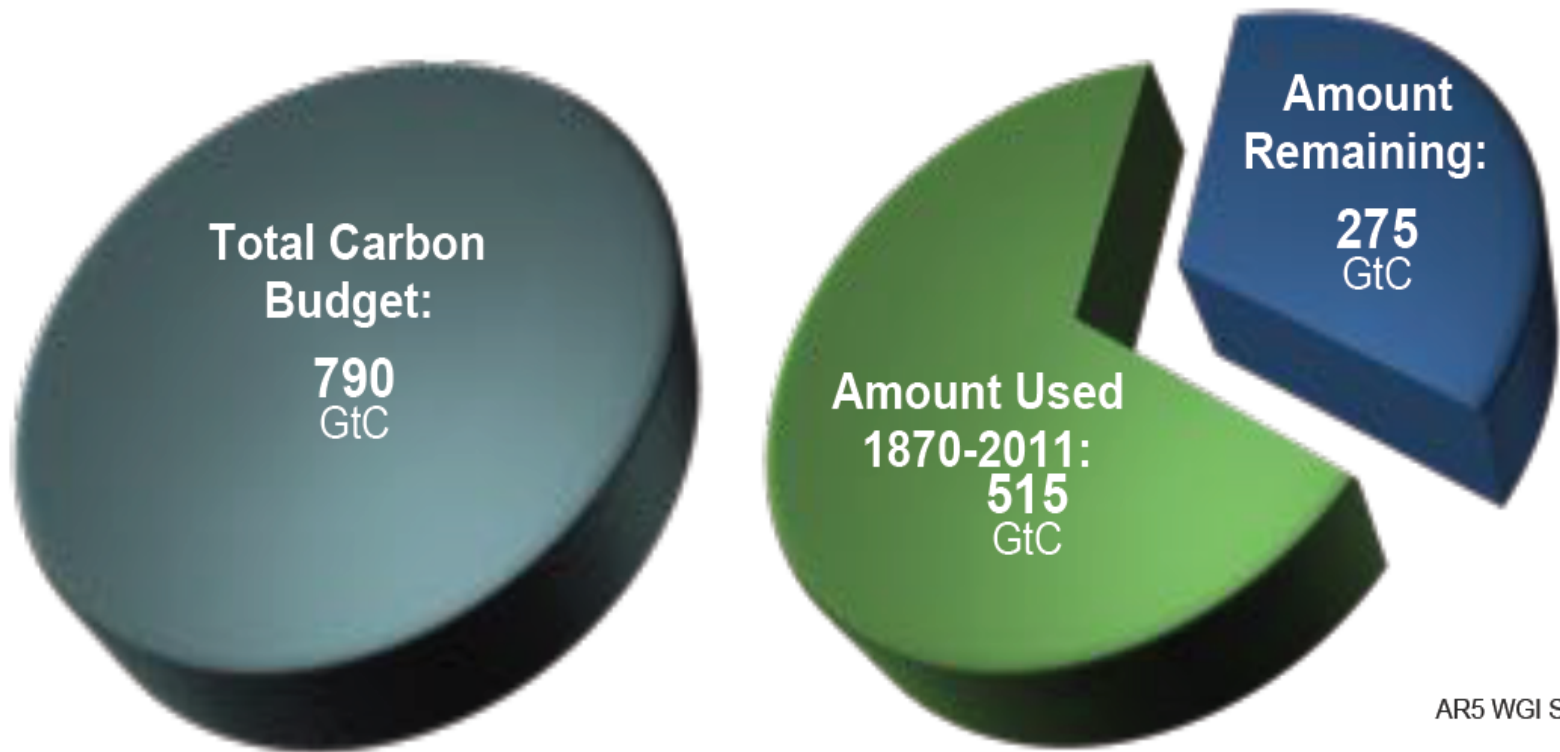
Mondiale emissie broeikasgassen 1970-2010

Total Annual Anthropogenic GHG Emissions by Gases 1970-2010





2°C Koolstofemissies budget (miljard ton) (bron: IPCC, 2013)



**Fossiele brandstoffen probleem:
NIET de kraan valt droog, maar de afloop is verstopt**



Stijgende broeikasgas concentraties (ppm = parts per million)

280 ppm voor 1800 [steenkolen, + later aardolie + gas]

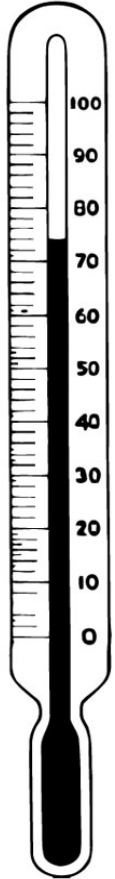
387 ppm CO₂ / 430 ppm CO₂e in 2011

...

+ $\approx 2^+$ ppm: ieder jaar zonder verandering

Voor een $\frac{3}{4}$ kans op 'koorts lager dan +2°C',

moet CO₂e onder 400 ppm



+0,85°C nu [stijging veroorzaakt door de mens]

+1,6°C bijna zeker [gassen al in de lucht]

**+2°C maximum: Kopenhagen Akkoord (2009);
Parijs Verdrag (2015)**

-
-
-

+5°C... bij "Gewoon Voortdoen"

Mensen & Energie: probleemveroorzakers



1. Mensen

≈
7 miljard (2012)

2. Welvaart

≈
72-85 Triljoen
\$US/jaar (2012)

3. Fossiele brandstof

≈ 11 miljard toe /jaar (2013)
steenkolen, aardolie, gas

Gasvormig zwerfvuil

≈ 50 miljard ton/jaar
CO₂-eq broeikasgassen

4. Atoomstroom
≈ 2% eindgebruik
energie

Afval voor eeuwig
Accidenten
Atoomwapens



DOMPER:

ONDUURZAME,
FRAUDULEUS GEPRIJSDE,

FOSSIELE & ATOOM
BRANDSTOFFEN

*Vrije Energie
in de omgeving
Warmte & Kracht
Licht & Lucht*

**Menselijke
Warmte &
Kracht**

**Oogster
Energiebron
in de omgeving
Warmte & Kracht**

Energie voor Activiteiten en Diensten

Bruto Binnenlands Product (welvaart) = uitgaven voor talrijke Activiteiten

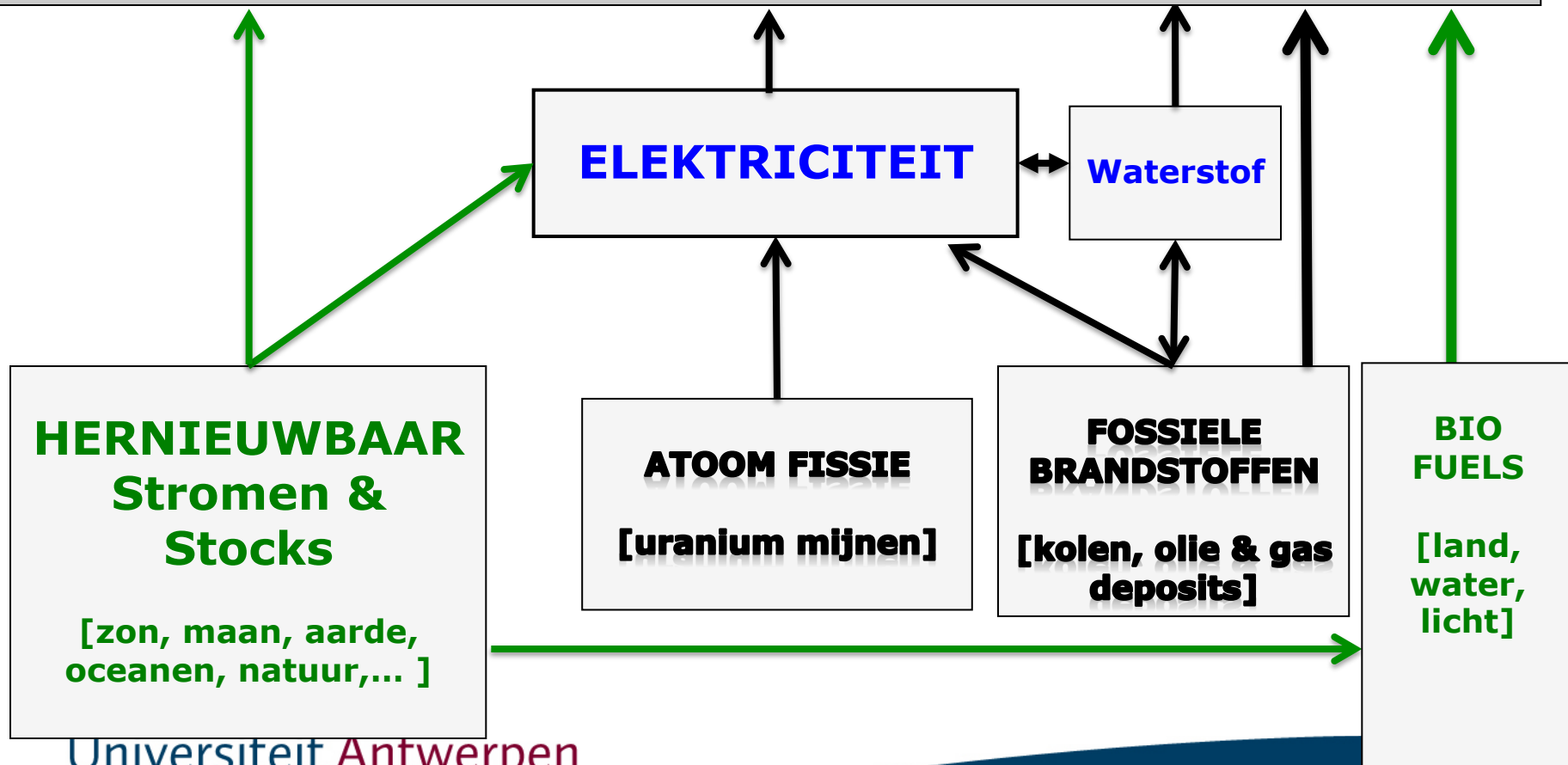
$$BBP = \sum_{i=1}^{\Omega} P_i \times A_i \text{ (Prijs} \times \text{Activiteit)}$$

Activiteiten in verscheidene sectoren, bv.

Landbouw + Industrie + Handel + Transport + Huishoudens

Activiteiten behoeven **Energie Diensten**

Licht + Drijfkracht (stationnair, mobiel) + Proceswarmte + HVAC





Elektriciteit in pole position

Dubbele transitie:

1. Commerciële energie → Elektriciteit
2. Fossiele + Atoom → Hernieuwbare bronnen

Elektriciteit: geen energiebron, maar energiestroom

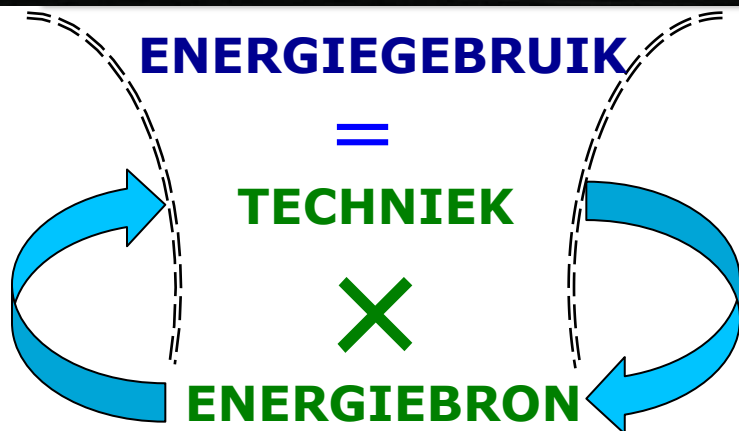
- **Nood aan vermaasde netwerken (HS – MS – LS)**
- **Niet stockeerbaar**
- **Uiterst snel (50Hz)**
- **Veelzijdig gebruik (licht, elektronica, drijfkracht, thermisch, elektrolyse, ...)**

Geïntegreerd, continu gebalanceerd systeem

- **Stroom (spanning): $IN = UIT - \text{verlies (enkele\%)}$**
- **Klant wil levering zonder onderbreking**
- **Permanente bewaking/sturing [HS+MS door ELIA, LS door Infrax & Eandis]**



Energie: substraat van Beschaving



Beschaving

⌘ Paradigma's
[sociale constructies,
beleid, politiek]

Substraat van

sterke bron + zwakke techniek
naar
zwakke bron + sterke techniek

Lock-in

⌘ bestaande infrastructuur
⌘ gevestigde belangen

Energie ⌘ Beschaving: Heden → Toekomst



Heden

\$ rijk
\$\$ rijker
\$\$\$ rijkst

American
Dream

Fossiele energie
&
Atoomenergie

Transitie 2
samenleving

Transitie 1
energie

Toekomst

Mondiale Duurzame Ontwikkeling



Hernieuwbare
Energie

Energie
efficiëntie



Energiesysteem transitie

Van alle tijden, *spontaan, gewild*

- **Omwille van vooruitgang**
Temmen dieren (hond, ezel, paard); Vuur beheersen
- **Verweven met techniek & technologie**
Hefboom, wiel, zeil, ... electronica, nieuwe materialen, ...
- **Revolutioneert samenlevingen**
Conversie warmte in kracht (stoom, verbrandingsmotor, thermische opwekking van elektriciteit)

Vandaag *gedwongen*

- **Fossiele brandstoffen teveel {geen uitputting}**
- **Vervuiling leefomgeving (fijn stof, ozon, dioxines)**
- **Atoom: risico's, afval, verlies habitats**
- **Vernietiging leefbaarheid (atmosfeer, klimaat)**

Versterkt met *gewilde* Duurzame Ontwikkeling?

Geremd door *lock-in* van infrastructuur en belangen



Te onthouden (Deel 1)

**Atmosfeer en klimaat zijn functioneel uniek:
Het verlies ervan is *absoluut onomkeerbaar***

Duurzame energietransitie plicht is *prioritair + dringend*

Klimaatprobleem = Energieprobleem (fossiele brandstoffen)

**Transitie naar duurzame energie (elektriciteit)
Rijken (=wij) verantwoordelijk**

**Energiegebruik = energiebron X technologie
Duurzame energietransitie = *superieure technologie***



Deel 2: gemene goederen

Atmosfeer & klimaat: mondiaal + uniek

Sociaal dilemma:

- **mechanisme**
- **beheer**

Sturen van het eigenbelang

Europees energiebeleid: foute visie



Gemene goederen probleem

Atmosfeer & Klimaat = Mondiale gemene goederen

196 landen, VN lidstaten ☑ soeverein ☑ zeer divers

[Common but differentiated responsibilities and respective capabilities]

Gemene goederen:

Vrijbuiten is persoonlijk voordelig op korte termijn

→→→→→ TRAGEDIE

ELKEEN wordt vrijbouter = ALLEN verliezen uiteindelijk

VRIJWILLIGHEID – GOEDE WIL – INTENTIES ...

SCHIETEN TEKORT, FALEN

[ook al zijn we met zijn allen zeer bewust en zeer bezorgd]



Sociaal Dilemma: individu ⇔ gemeenschap

Individuele houding/bijdrage: financieel effect

Steun Taks shift en Energie efficiëntie: € 0

Gewoon voortdoen: + € 1.000 rijker

Toestand klimaat: financieel effect voor individu

Klimaat stabiel: € 0

Klimaat katastrofe: - € 20.000 persoonlijke schade



Sociaal Dilemma mechanisme

		Toestand van het klimaat	
Individuele financiële rekening		Stabiel (0 €)	Katastrofe (-20 000 €)
Eigen bijdrage	Ja (0 €)	0 €	- 20 000 €
	Neen (+1000 €)	+ 1000 €	- 19 000 €



Gemene goederen redden

Vrijbuitelij uitsluiten = allen & elkeen 'in het gareel'

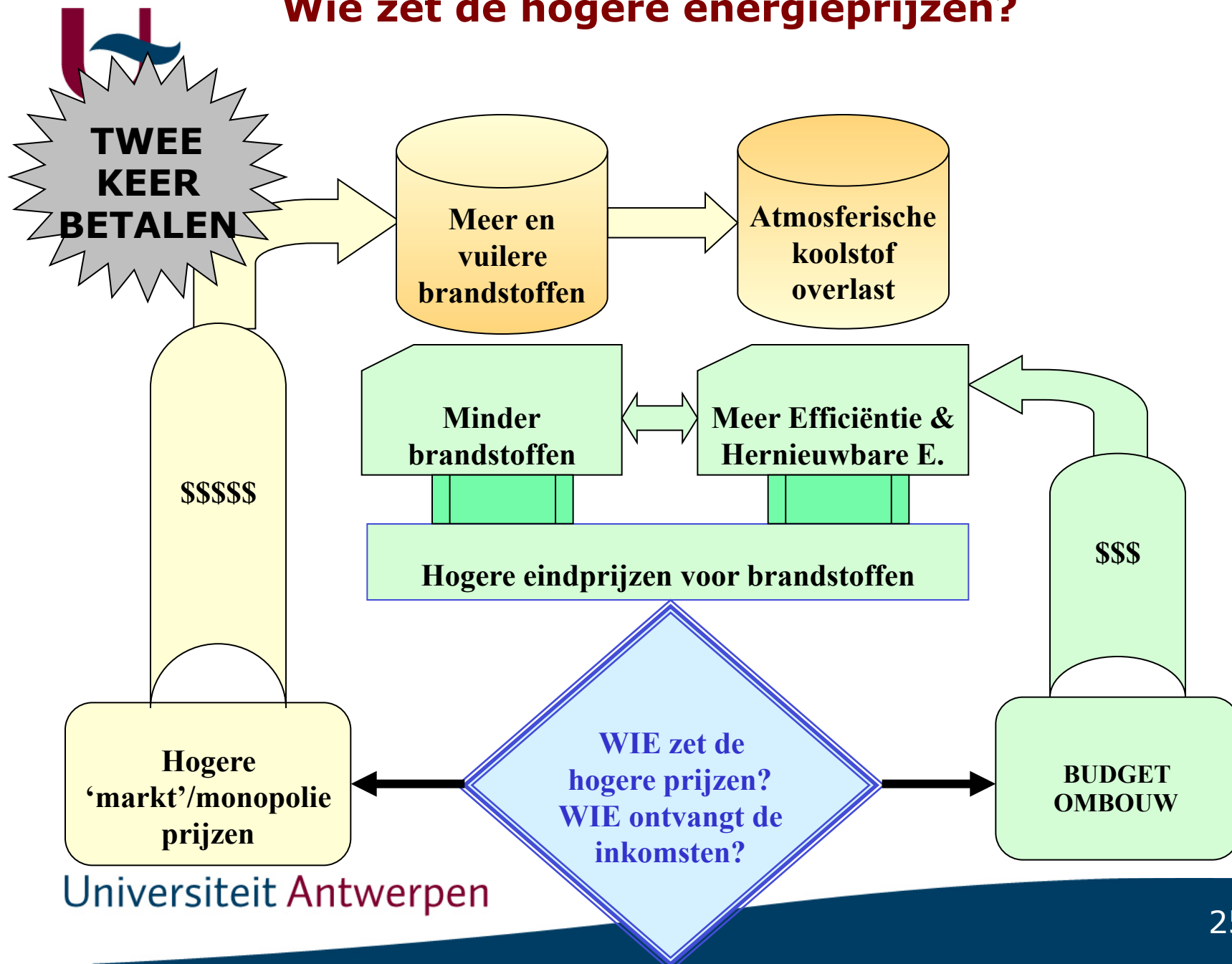
→→→→→ succes:

**gemene goederen behouden, floreren ... met kleine
bijdragen van elkeen = Allen winnen**

Hoe elkeen/allen 'in het gareel' krijgen + houden?

- **Overtuigen is te zwak: goedgelovigen de pieneut → tragedie**
- **Dwingen is te sterk: achterpoortjes, corruptie → tragedie**
- **Sociale controle: OK voor lokale gemeenschappen**
- **Economen: belonen/straffen met geld zijn krachtige hefbomen,
[olieën met overtuigen, dwingen, sociale controle]**

Wie zet de hogere energieprijzen?





Economen aan zet?

Standaardeconomen en de Legende van de Zeis:
**Klimaatprobleem oplossen met één wereldwijde,
uniforme koolstofprijs**

om de 'speelvelden te effenen'

- **Via mondiale emissiehandel (zie Europees schema)**
- **Via wereldwijde gelijke koolstofheffing**

Gevaarlijke legende

sinds Kyoto 20 jaar verloren met Europese emissiehandel:

Geen resultaten (bv. kolen verdringen gas)

Niet efficiënt (gratis rechten aan alle, deel v/d bedrijven)

Zwendelwinsten en fraude

Grote bedrijven controleren handel & spelregels

Wat dan wel?

Budgetombouw (tax shift)



Financiële druk doseerbaar naar belang, draagkracht

	"Klimaat-goede" dingen	"Klimaat-slechte" dingen
Heffingen, toeslagen, taksen	B1-	B2+
Subsidies, steun,	B3+	B4-

4 geldstromen: **2 positieve** - **2 negatieve** , per land
jaarlijks meetbaar: Indicator = $(B2+B3) - (B1+B4)$



**Doorbreek patstelling
in klimaatbeleid
=
Ieder land verbetert
continu op drie vlakken**

**Energie uit zon,
wind, water, bio**

**Enige duurzame optie,
indien betaalbaar voor
iedereen**

**Meer welvaart
met minder
brandstof**

**Efficiënte energiesystemen
zijn betaalbaar**

**Energie/koolstof
Prijzetting**

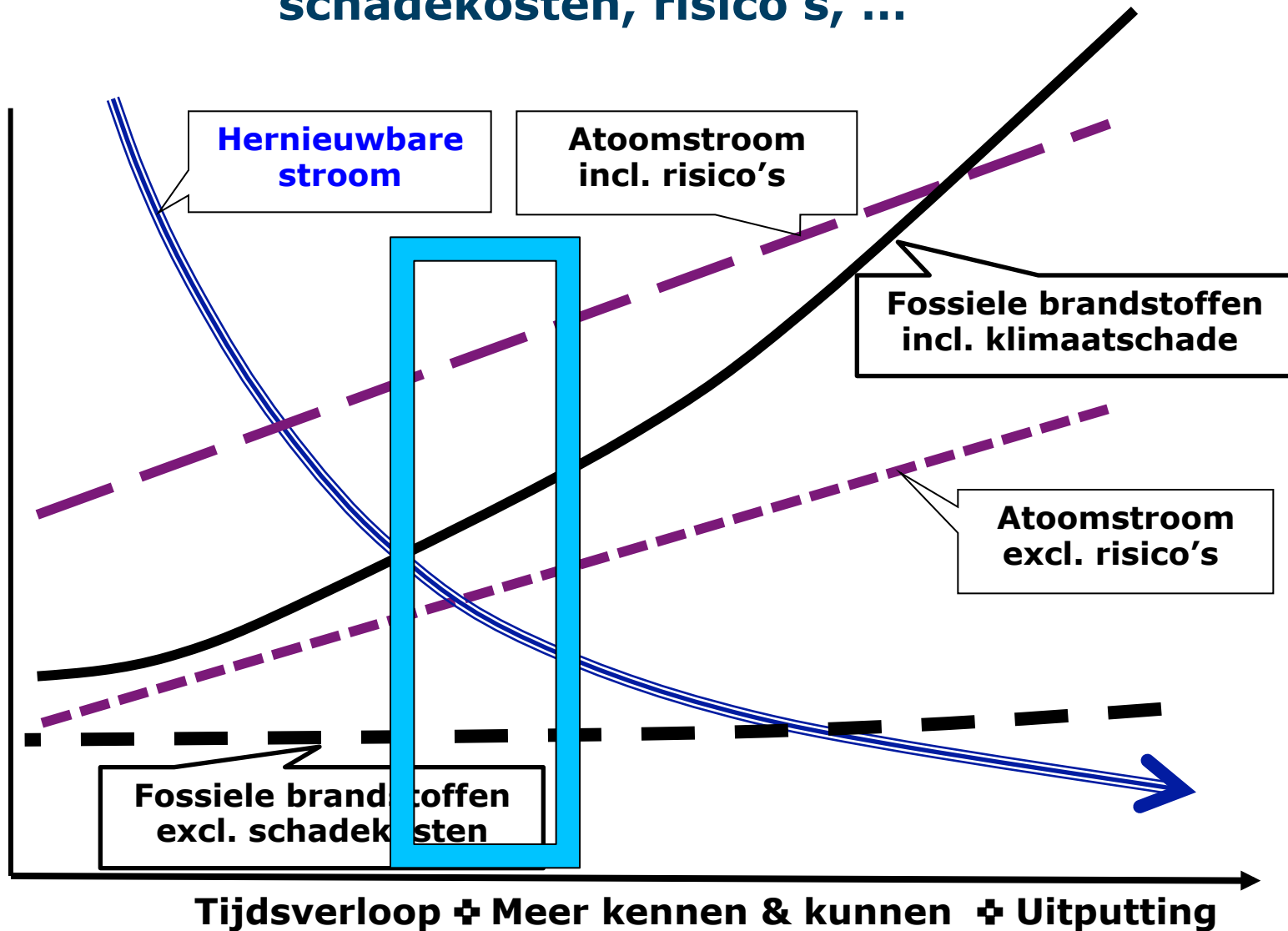
**Afslanken “geval per
geval” met gedoseerde
heffingen**

Stuwkracht nodig



Prijs bepaald door leereffecten / betalen voor schadekosten, risico's, ...

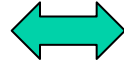
Elektriciteit
prijs
[€-ct/kWh]





Europees energie & klimaatbeleid: foute visie

**Doelen
AFWEGING**



**Feitelijke
CASCADE**

**Goedkoop
herleid tot
competitief**

**Zekerheid
verward
gesteld**

**Duurzaam
herleid tot
laag-koolstof**

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. GOEDKOOP

door technologische innovaties
Hernieuwbare Elektriciteit Capaciteit overschot
(vooral Photovoltaic PV)



Naschrift deel 2: Mensen zoals wij

Mensen zoals wij zijn van nature

- **Goed-gelovig (gebakken lucht is van alle tijden)**
- **Gemoed-rustig ⇔ Alert**
- **Gemak-zuchtig ⇔ Aktief**
- **Onweerstaanbaar als het tij keert**

Niemand kan de situatie alleen veranderen

- **Samenwerken; Sociale dilemma's overwinnen**
- **Politiek & bestuur zijn cruciaal, maar politici banaal**

Mensen veranderen niet
Ze veranderen de manier van samenwerken,
politiek & bestuur



Deel 3: schadelijke atoomillusie

Na-oorlogse [energie] ontwikkelingen

Atoomenergie: een dood paard

Atoomstroom ↔ hernieuwbare stroom

- **wie mag zijn stroom eerst leveren?**
- **andere netten nodig**
- **atoomrisico's onverzekerbaar**

Politiek atoomraadsel

Georganiseerde misleiding



Na-oorlogse [energie] ontwikkelingen

1. Fossiele brandstoffen

- Continue groei gebruik petroleum, aardgas, steenkolen
- Petroleum als 'kingmaker' in energieland

2. 'Atoms for Peace' (°1953)

- Belooft algehele energietransitie
- Strandt door technische risico's en stijgende kosten
- Technologisch uitgebeend

3. Wetenschap & technologie

- Exponentiële toename en verscheidenheid
- Motor voor hernieuwbare energie & efficiëntie

4. Klimaatverandering

- Wordt bepalend voor energiegebruik
- Vereist snelle transitie naar koolstofvrije energie

5. Duurzame Ontwikkeling

- Noodzakelijk complement voor duurzame energie
- Radikale ommekeer ($\neq$ oude wijn in nieuwe zakken)



Atoomenergie: een dood paard

Atoomenergie: post WO-II fetisj

- **Heraut-Architect van de naoorlogse energie obesitas**
- **Industriestaten hebben alle middelen ingezet om atoomenergie leefbaar te maken (1950-2000)**
- **Verhouding 'Resultaat/Middelen' is pover tot negatief**
- **Geen beterschap: technologisch uitgebeend; stijgende kosten + risico's; GEN-III+, GEN-IV, GEN-V misleiding**

Opgewarmde kost:

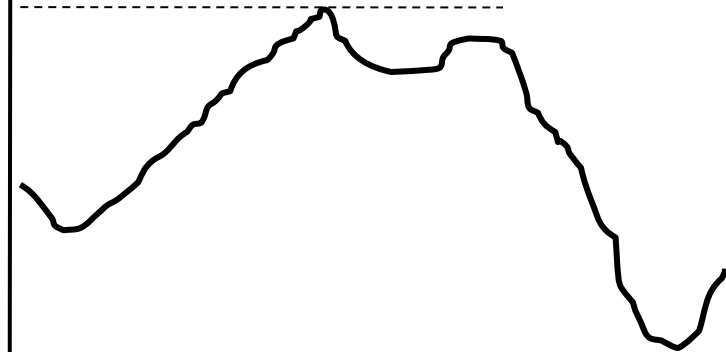
- **"Atoomrisico's verwaarloosbaar; mensen wees rationeel en aanvaard ze" ⇔ mondiale verzekeraars**
- **Mastodont centrales (1700 MW), veel eenheden op één plek, serie productie – anders te duur (IEA)**
- **Atoomafval voor toekomstige generaties**



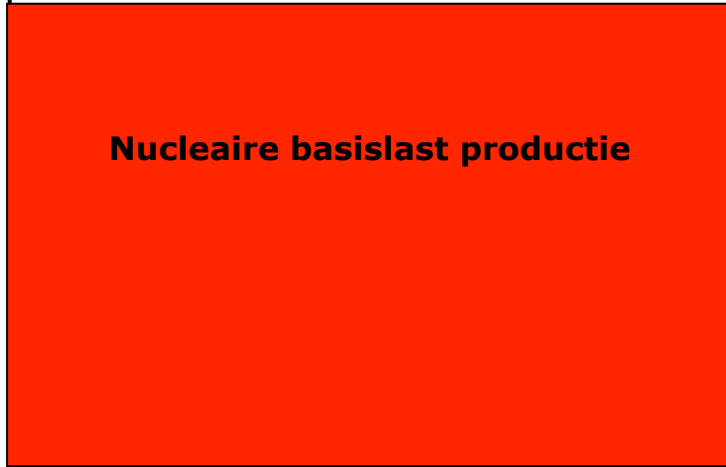
Atoom ↔ Hernieuwbare stroom Andere vraag & 'brandstofmix'

MW

Expansief Gebruik Elektriciteit



Nucleaire basislast productie

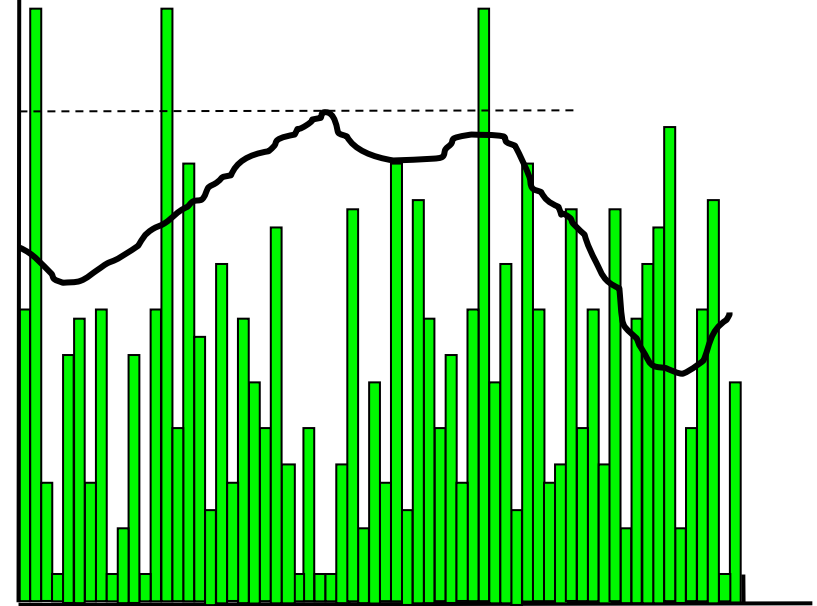


uren

MW

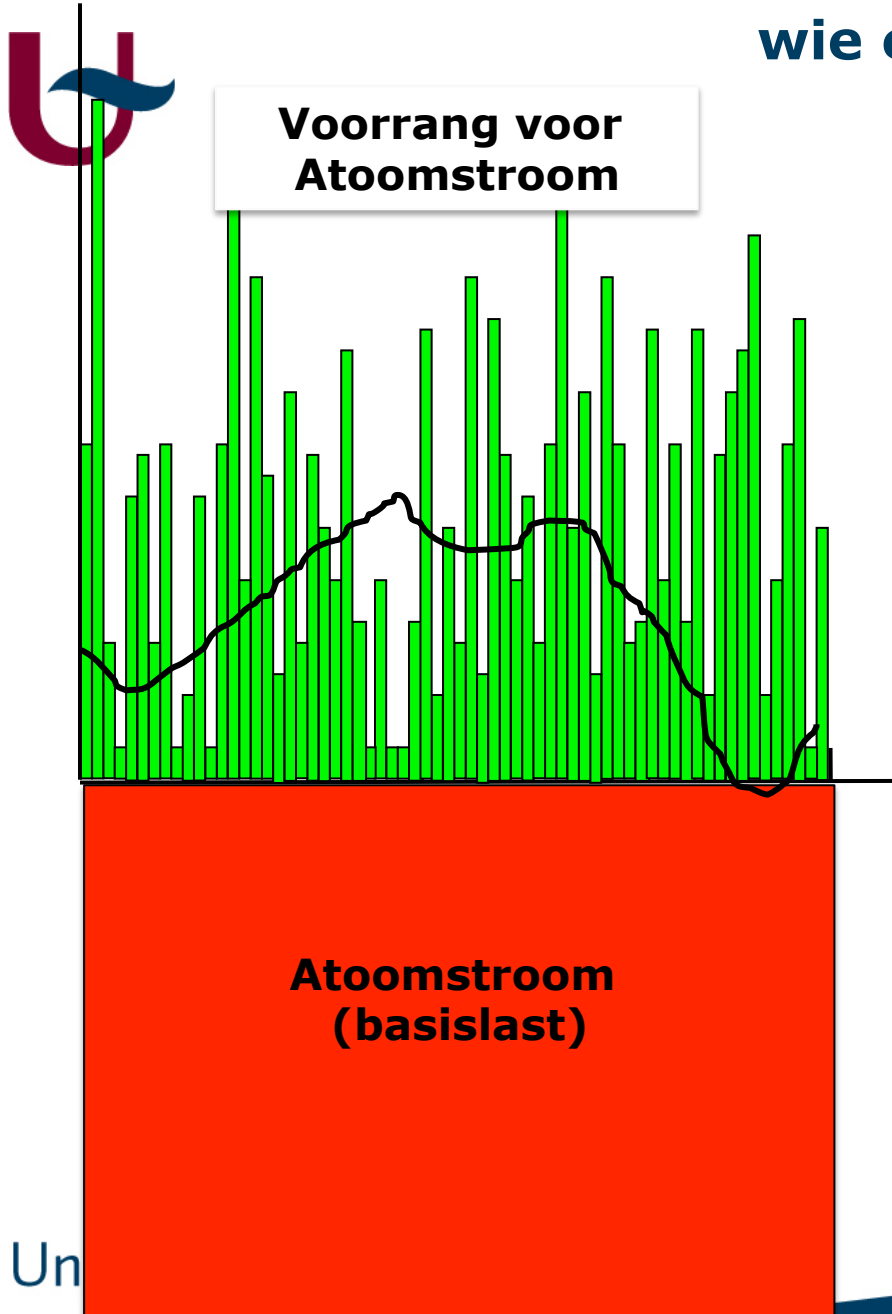
Efficiënt Gebruik Elektriciteit

Hernieuwbare productie

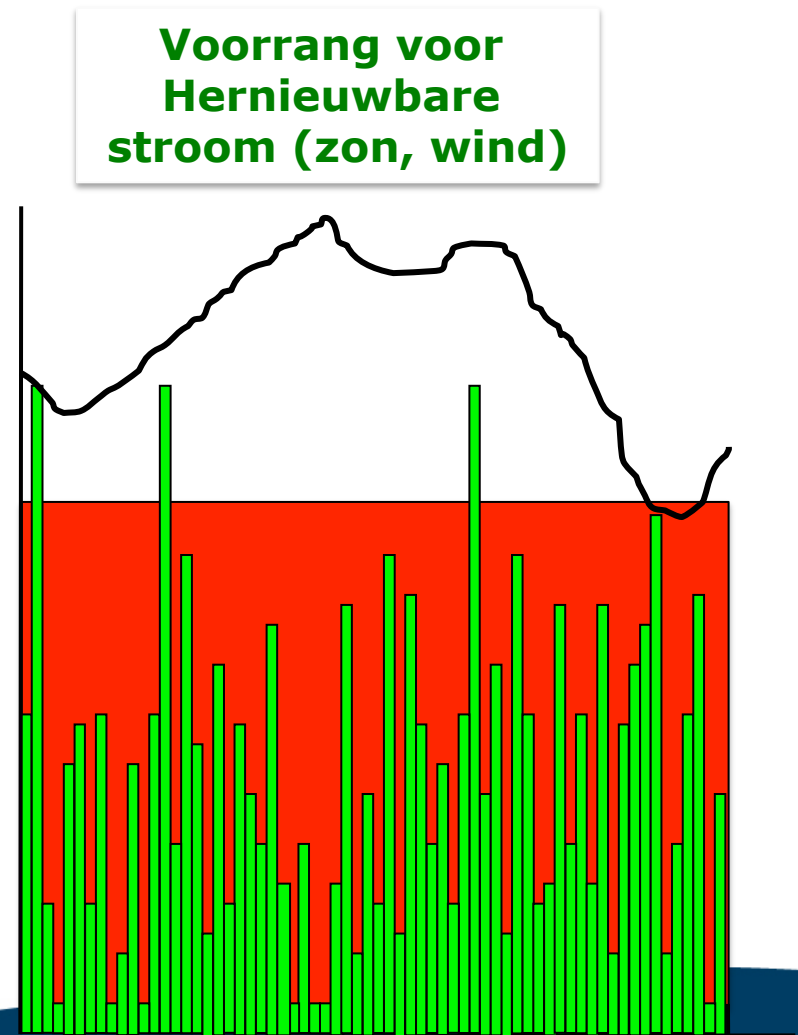


uren

Atoom ⇔ Hernieuwbare stroom wie eerst?



**Voorrang voor de een
ruïneert de andere**

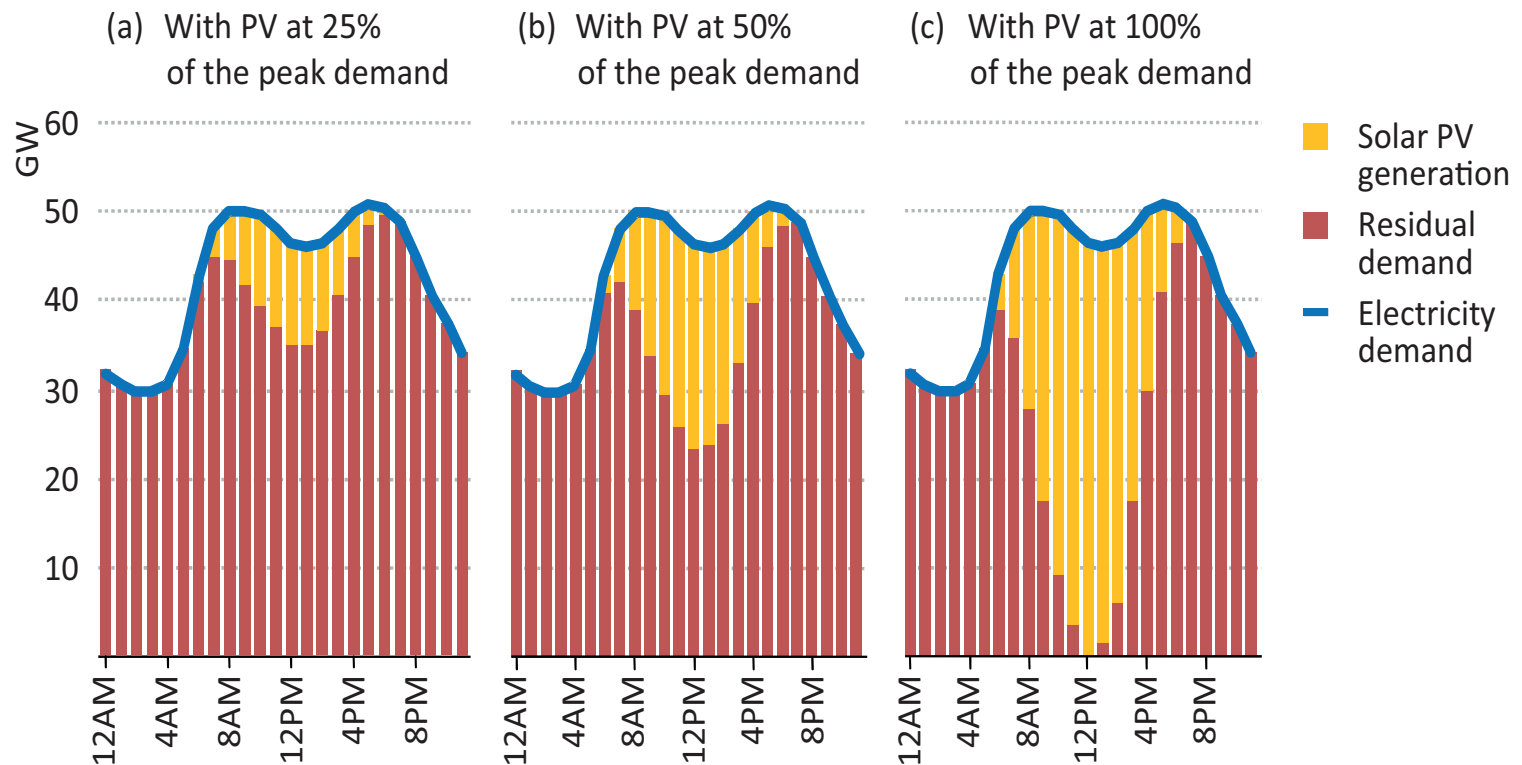




Atoom ↔ Hernieuwbare Elektriciteit

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

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

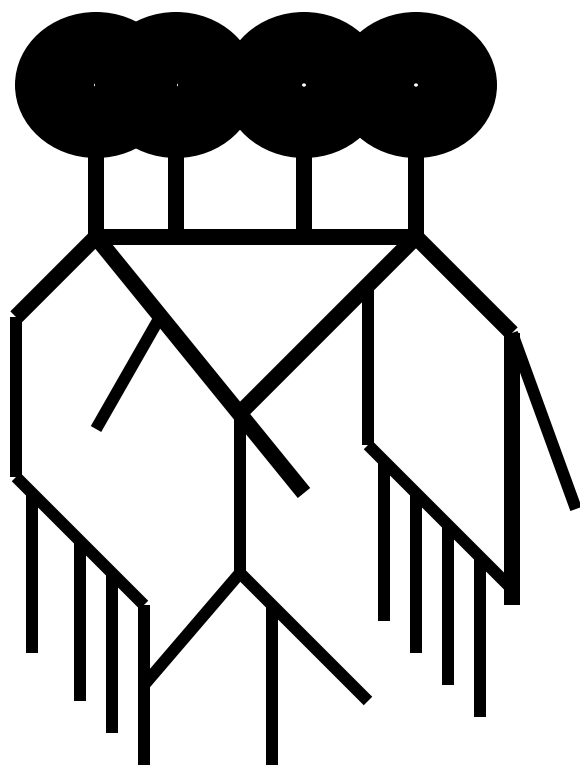




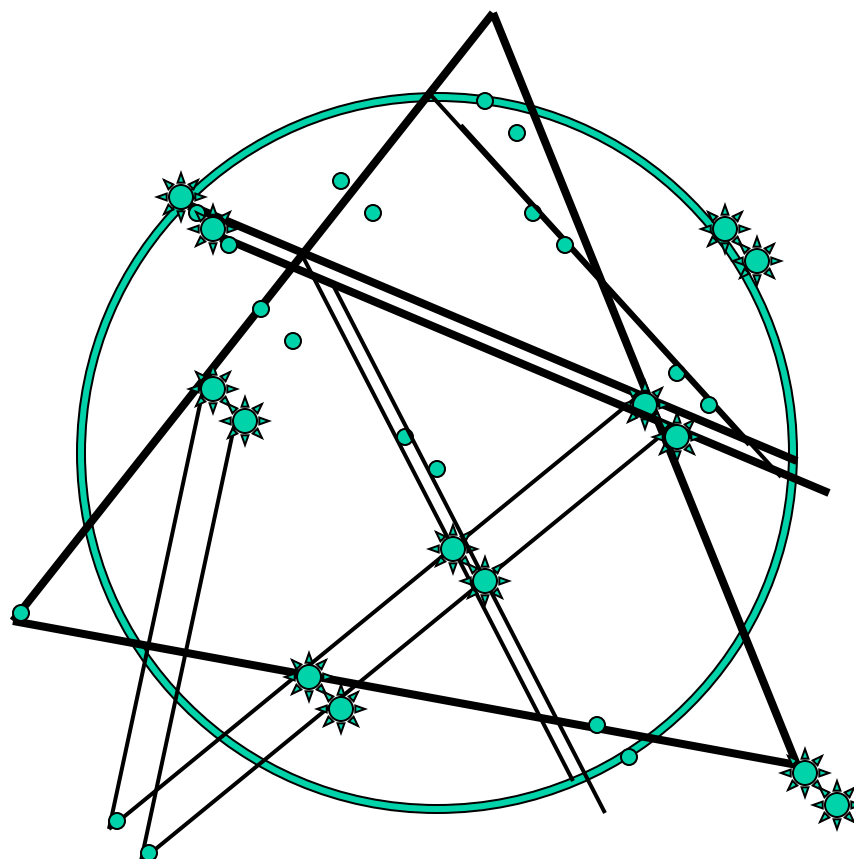
Atoom $\Leftrightarrow$ Hernieuwbare Elektriciteit

Verschillende elektrische netwerken

Piramidaal
(oude netten)



Multilateraal
(slimme netten)





Risico analyse – weging - aanvaarding

1) Risico analyse: technische taak

- **Goede uitvoering vereist het vatten van ...**
 - ☒ ruimte & tijd (vele generaties)
 - ☒ onzekerheid, onwetendheid
 - ☒ (absolute) onomkeerbaarheid
- **Uitgevoerde studies: bijziend, vertekend**
 - ❖ Studie van fictieve situaties
 - ❖ Accent op menselijke ziekte/sterfte
 - ❖ Doorspekt met aannames & waarde-oordelen

2) Risico weging is persoonsgebonden

3) Risico aanvaarding als maatschappelijk proces



Risico's Maatschappelijk samengevat

1. **VOORZORG PRINCIPE (opgelegd van bovenaf)**

Bepaalde daden voorkomen, inperken omwille van de onvatbaarheid van de kwesties, gevolgen, ...

☒ over atoomenergie

2. **VERZEKERINGEN (zelfgroeïend in de praktijk)**

Principe: NU baten opgeven om mogelijks hoge kosten IN DE TOEKOMST te vermijden

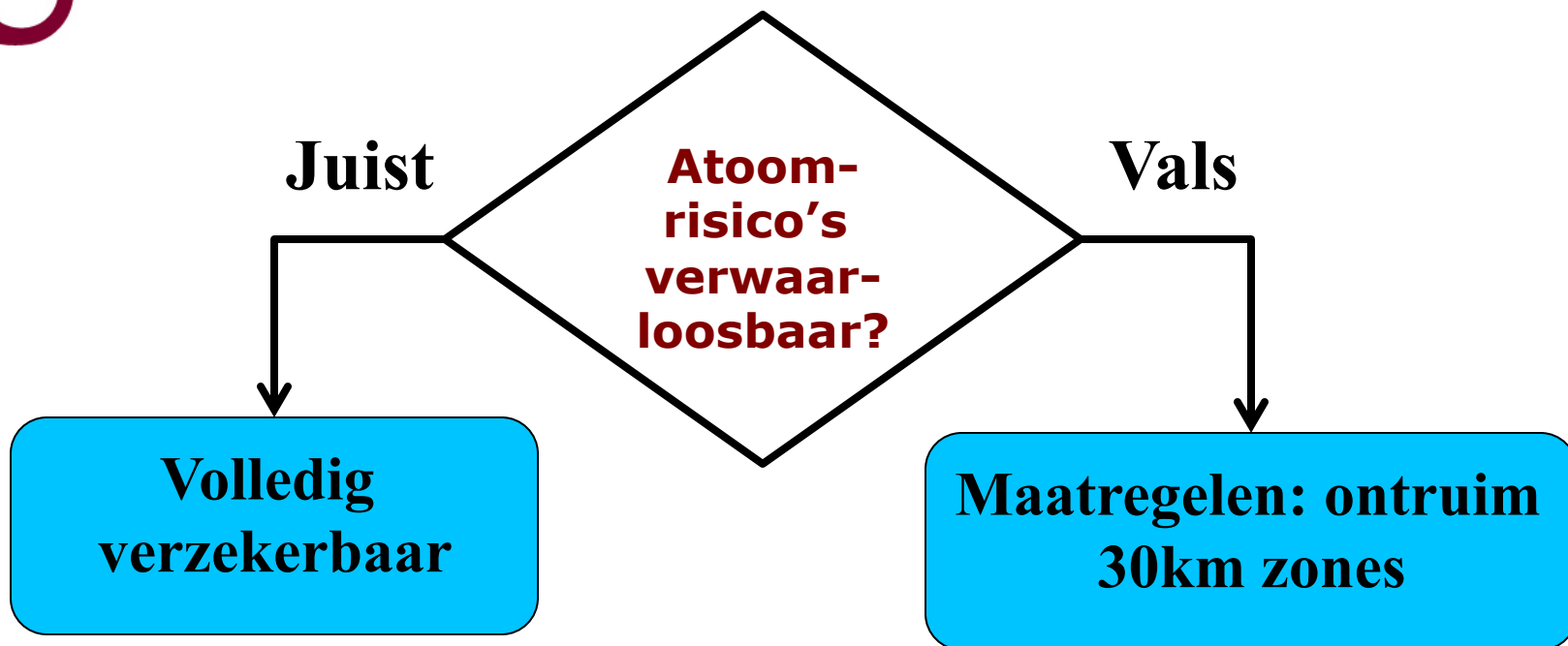
Gespecialiseerde, mondiaal geïntegreerde instituten balanceren en beheren uw, mijn, en hun risico's

Vrijwillig of Verplicht verzekeren?

**Verplicht als iemand's activiteit
onomkeerbaar grote schade
kan veroorzaken voor (vele) anderen**



Verzekerbaarheid atoomrisico's



De mondiaal gespecialiseerde ondernemingen weigeren hoge premies voor het dekken van "verwaarloosbare" risico's
Is de burger die atoomrisico's weigert dan "irrationeel"?

Rationeel en ethisch = verplicht volledig verzekeren
= stop het atoomavontuur



Politiek Atoomraadsel

ATOOM
MISKLEUN
Techniek
Economie
Veiligheid
Milieu
Democratie

PERCEPTIE



$$E = mc^2$$

goedkoop

nodig

Propaganda pin



Georganiseerde misleiding, **agnostologie** Nucleair Forum – Saatchi&Saatchi

1. **Schep verwarring rond atoomenergie**
Niemand weet het goed, wij niet, jij niet, wie wel?
Niets aan de hand, dus onafhankelijke experts overbodig
Tegen is dom: hoe kan je tegen iets zijn dat je niet goed weet
"Voor of Tegen" is persoonlijke smaak zoiets als voetbal supporters of Pepsi/Coca; wees tolerant!
2. **Knuffel hernieuwbare energie (dood)**
3. **Nu de nederige slogan** *"Kernenergie is niet dé oplossing, maar er is geen oplossing zonder kernenergie"*
4. **Lijm een virtuele aanhang:** *Voor atoom is al wie niet uitgesproken tegen is, m.a.w. de zwijgende meerderheid*
5. **Maak tegenstanders monddood ('silence opponents')**
Geen debat, geen publiek forum
Controleer de media, ook de wetenschappelijke kanalen
6. **Verzwijg feiten, de talrijke technisch-economische mislukkingen en veiligheidsproblemen van atoomenergie**
7. **Schuil als Fukushima brandt** (in 2011 is het Nucleair Forum niet meer op antenne geweest na 11 maart)



Atoomenergie

De feiten-geschiedenis bedolven onder vergoeilijkingen en aankondigingen

Feiten zijn: talrijke technische en operationele mislukkingen; accidenten, ernstige catastrofes

Feiten zijn: de technologie is uitgebeend, de kosten stijgen, subsidies blijven, de risico's nemen toe door veroudering, 'collateral damage', geen juiste repliek op de catastrofes (waterstofontploffingen, verlies van sturing)

Nucleaire propaganda boetseert een schijnrealiteit

IAEA, IEA, IPCC: lage-koolstof optie ⇔ hernieuwbare bronnen

Vermijden de duurzaamheid evaluatie van atoomenergie



1970-1990:

Sterke anti-atoomenergie en milieu bewegingen

Stadtwerke: lokale nutsvoorziening (stadsverwarming, warmte-kracht centrales, water, afval, openbaar verkeer)

Öko-instituten, Wuppertal (von Weizsäcker)

1990- ...: EU legt neo-liberale regels op

Europese eenheidsmarkt voor energie: °megabedrijven

Privatisering Stadtwerke

2001: Richtlijn HE met verplichte certificatenhandel in alle lidstaten ⇔ Duitsland blokkeert dit handelsplan

1990-2014: Duitsland duwt en trekt HE omhoog

Internationaal en lokaal actief tegen klimaatverandering

Doordachte subsidies voor HE technologie OO&O (RD&D)

**Atoomenergie uitfaseren op&neer tot 2011 (Fukushima):
Ethiek commissie adviseert Merkel de atoomstop**



BELEID: Redelijk Radikaal denken & handelen

Radikaal

= Duurzame Ontwikkeling 1987 (volheid van het paradigma)

Redelijk

- **Verbouw de energiewereld** ⌘ **de beschaving**
- **Efficiëntie & hernieuwbare energie** ⇔ **EnergiePanthéon**
- **Verbouw de welvaart: welke activiteiten @ welke prijzen?**
- **Geen 'nieuwe mens' experimenten; eigenbelang ≈ zwaartekracht (houdt de dingen op hun plaats)**
- **Diametraal denken: 'Zon en windstroom verstoren elektrisch systeem, en moeten de kosten betalen'**
⇔ **Zon en wind zijn duurzame oplossingen + de vervuiler betaalt = steun zon en wind, betaald door onduurzaam energiegebruik (fossiel + nucleair)**



Onduurzame energiemachten breken?

**Sequentie van oude machtsuitoefening:
Overtuigen → Verleiden → Dwingen → Uitschakelen**

Lage prijzen fossiel & atoom = fraude, zelfbedrog

Tegenmacht

- **Maak onduurzame krachten irrelevant, overbodig**
- **Referentie? Vandaag ⇔ Duurzame toekomst**
- **Nieuwe mens? Herschik eigenbelang $\approx$ zwaartekracht**
- **Herprogrammeer de radertjes van het machtsnetwerk**
- **Correcte taal, ✗ oude gidsen, ✗ gewone wegen**
- **Identificeer belangen, mijd belangenvermenging, onzuivere relaties, stakeholders dominantie**



Extra slides

Klimaatovereenkomst Parijs 2015

**Duurzame Ontwikkeling: de originele versie
Van 'Our Common Future' (1987)**



Vaagheid heerst

Akkoord bevat geen enkel concreet, afdwingbaar engagement

Niet meer inhoud dan 1992 (Rio) en 2009 (Kopenhagen)

Zichzelf instandhoudende bureaucratie met jaarlijkse happenings

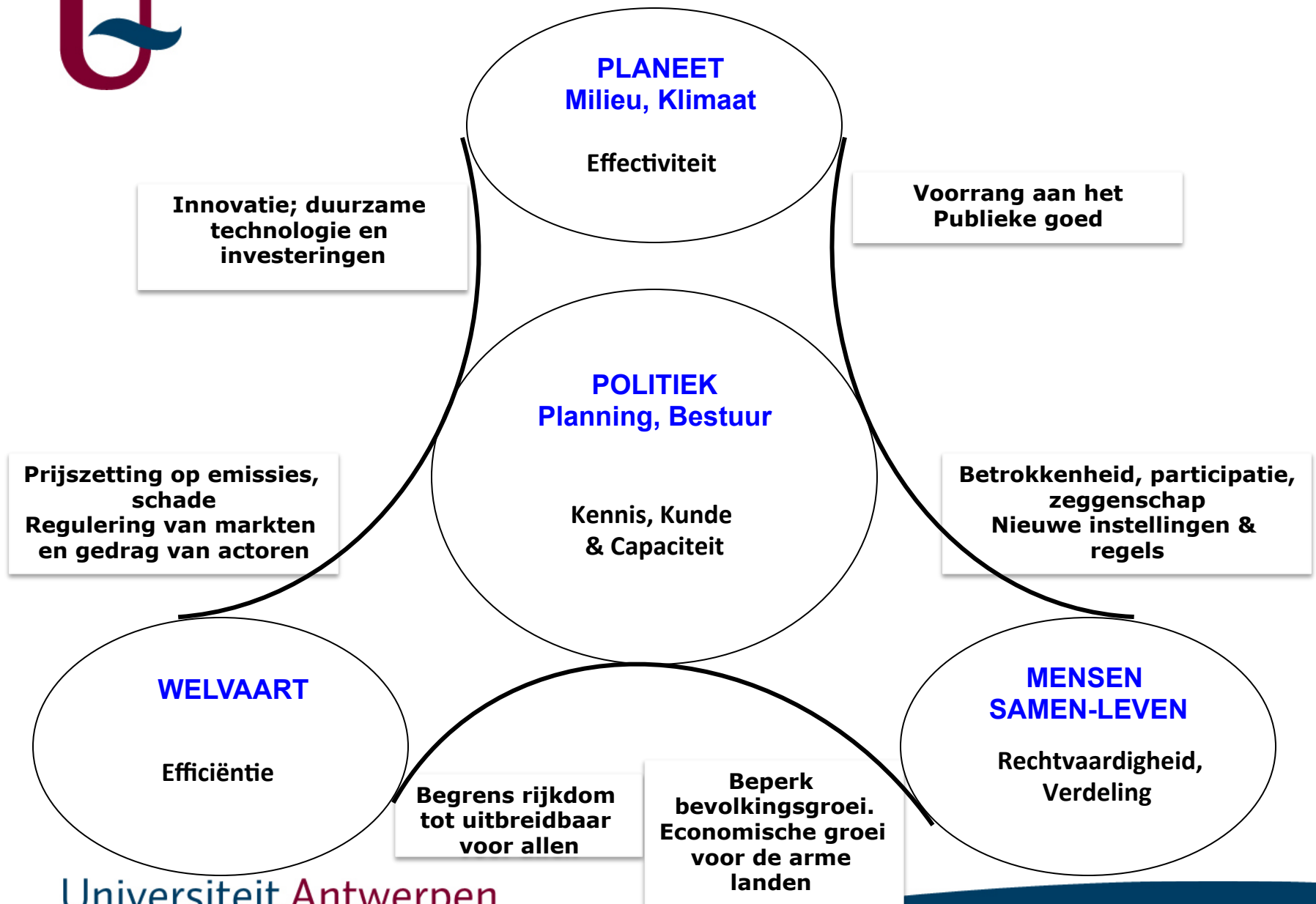
Het publieke belang <<<< multinationale corporates

Applaus voor minstens +3°C indien alle beloften uitgevoerd (zie UNEP rapport nov.2016)

Wetenschap en ervaring leren: vrijwilligheid schiet tekort bij het vrijwaren van commons (gemeenschapsgoederen) zoals atmosfeer en klimaat

De (energie) corporates controleren steeds meer de samenleving, ook het wetenschappelijk onderzoek en de dominerende wereldvisies

De vier dimensies van duurzame ontwikkeling



Inhoudelijke definitie Duurzame Ontwikkeling (WCED 1987: Our Common Future)

Goal: Towards Sustainable Development (p.43-65)

Humanity has the **ability** to **make** development sustainable – to ensure that it meets the needs of the present generations without compromising the ability of future generations to meet their own needs. (p.8)

Growth control (the idea of limitations)

- Demographic developments in harmony with the changing productive potential of the ecosystem (p.44; p.55-57)
- Consumption standards that are within the bounds of the ecological possible and to which all can reasonably aspire (p.44)

Redistribution (the concept of needs)

- Economic and social justice within and amongst nations (p.49)
- Welfare growth for the alleviation of poverty
- Redistribution of natural resources in a fair way

Processes of change (p.46, 65)

- The exploitation of resources
- The direction of investments
- The orientation of technological development
- Institutional change; the real world of interlocked economic and ecological systems will not change; the policies and institutions concerned must. (p.9)